

FABÍOLA SIMON WESTPHAL

**A FOTOGRAMETRIA ARQUITETURAL DIGITAL
COMO FERRAMENTA AO PLANEJAMENTO URBANO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Florianópolis

1999

A FOTOGRAMETRIA ARQUITETURAL DIGITAL COMO FERRAMENTA AO PLANEJAMENTO URBANO

FABÍOLA SIMON WESTPHAL

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Cadastro Técnico Multifinalitário

Orientador: Prof. Dr. Carlos Loch

Florianópolis

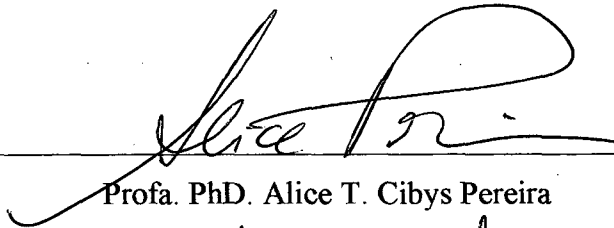
1999

FOLHA DE APROVAÇÃO

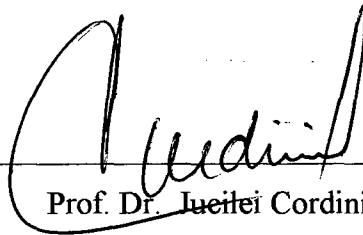
Dissertação defendida e aprovada em 11 / 05 / 99,
pela comissão organizadora



Prof. Dr. Carlos Loch – Orientador - Moderador



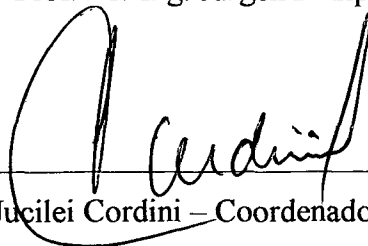
Profa. PhD. Alice T. Cibys Pereira



Prof. Dr. Jucilei Cordini



Prof. Dr.-Ing. Jürgen Philips



Prof. Dr. Jucilei Cordini – Coordenador do CPGEC

***Dedico este trabalho, com amor, aos
meus pais, Robison e Maria Adília.***

AGRADECIMENTOS

Formalizo meus agradecimentos à Universidade Federal de Santa Catarina e a todos os seus mestres e funcionários, pela acolhida, desde o ingresso no curso de Arquitetura até a conclusão desta dissertação.

Também ao CNPq – Conselho Nacional de Pesquisa – pela bolsa de estudo que financiou a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Meu muito obrigada ao meu orientador, Prof. Carlos Loch, pelo incentivo e segurança a mim repassados durante todo o período do curso e orientação dos trabalhos até a conclusão desta dissertação. Também aos professores Jürgen Philips, Alice Cibys Pereira e Jucilei Cordini, grata por tê-los na banca examinadora e pelas sugestões de melhorias ao trabalho.

Meus agradecimentos à prefeitura de São José pelo material cedido, indispensável para a realização do trabalho.

Ao Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, agradeço a calorosa acolhida como bolsista durante dois anos e pelo espaço e equipamentos cedidos, indispensáveis para a realização dos trabalhos práticos e a todos os colegas, principalmente a Francisco Henrique de Oliveira, Jani Mara Martins, Ana Paula Zanette, Michele Melo e Angelita Pereira.

A minha colega Isabel Cristina Braga e ao doutorando Luiz Ernesto Renuncio, companheiros fiéis dessa jornada, meus sinceros agradecimentos pelos ensinamentos, apoio, paciência e, principalmente, pela amizade.

Ao meu colega e amigo Agostinho Schneiders, obrigada pela “força”.

Ao meu irmão, Fernando Simon Westphal, sempre pronto a me prestar auxílio nos momentos difíceis, meu reconhecimento e gratidão.

Finalmente, externo meus agradecimentos especiais aos meus pais, Robison Westphal e Maria Adília Simon Westphal, pelo amor, dedicação e apoio que têm me prestado durante toda a vida. Espero não ter decepcionado.

E ao meu noivo, Geovani Werner Tramontin, pela companhia e amor durante esses anos.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TA BELAS	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xii
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. JUSTIFICATIVA	3
3. OBJETIVOS	6
3.1. Objetivo Geral	6
3.2. Objetivos Específicos	6
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
4.1. Cadastro	7
4.1.1. Cadastro Técnico Urbano	8
4.2. Fotogrametria	9
4.2.1. Fotogrametria Arquitetural	10
4.2.1.1. Fotogrametria Arquitetural no Brasil	12
4.2.2. Fotogrametria Digital	14
4.3. Plano Diretor	18
4.4. Expansão Urbana	20
4.4.1. Expansão Urbana X Paisagem	22
4.5. Planejamento Urbano Integrado ao Plano Diretor	23
4.6. O Cadastro no Planejamento Urbano	25
5. ÁREA DE ESTUDO	27
5.1. Localização	27
5.2. Aspectos Gerais	28
5.3. População	33
5.4. Plano Diretor	34

6. MATERIAL E METODOLOGIA	36
6.1. Material	36
6.1.1. Base Cartográfica	36
6.1.2. Equipamentos	36
6.1.3. Softwares	37
6.2. Metodologia	37
6.2.1. Aquisição dos Dados	39
6.2.1.1. Levantamento Fotogramétrico	40
6.2.2. Calibração da Câmara	42
6.2.3. Digitalização	44
6.2.4. Compressão das Imagens	45
6.2.5. Processamento dos Dados no PhotoModeler	46
6.2.6. Interface com os softwares AutoCAD e 3Dstudio Max	52
6.2.7. Construção do Ambiente Virtual e Simulação de Cenários	53
7. ANÁLISES	70
7.1. Análise do plano diretor vigente, através da ferramenta proposta	70
7.2. Análise do impacto de novas edificações na área de estudo a partir de cenários virtuais	81
7.3. Viabilidade da técnica sugerida	86
8. CONCLUSÕES	88
9. RECOMENDAÇÕES	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
ANEXO A	102
ANEXO B	113

LISTA DE FIGURAS

1. Localização do município de São José - SC.....	28
2. Área piloto situada no centro antigo do município	29
3. Exemplares da arquitetura colonial preservados.....	30
4. Comprometimento da paisagem.....	31
5. Conflito entre edificações de diferentes épocas.....	31
6. Trecho preservado do sítio	32
7. Esquema da metodologia aplicada.....	38
8. Aquisição híbrida das imagens	39
9. Planejamento da posição de tomada das fotos.....	40
10. Câmara Pentax PAMS645	41
11. Esquema do posicionamento das fotos.....	42
12. Modelo de calibração que acompanha o <i>software</i> PhotoModeler	43
13. Tela do Calibrador com parâmetros da câmara Pentax 645	44
14. Scanner para filmes – MicroTek ScanMaker 45t	45
15. Tela do Paint Shop com imagem sendo comprimida.....	46
16. PhotoModeler com imagens e o modelo tridimensional restituído	47
17. O PhotoModeler restitui as fachadas utilizando três fotografias convergentes.....	47
18. O PhotoModeler possui uma ferramenta que extrai medidas.....	49
19. Divisão da área de estudo em onze projetos	51
20. Telhados e faces limítrofes das edificações concebidos no AutoCAD R13	52
21. A textura dos telhados e paredes foram aplicadas no <i>software</i> 3DStudio.....	52
22. Modelo restituído com textura foto-realística.....	54
23. Mesma quadra vista de outro ângulo	54
24. Quadra referente aos projetos 1, 2, 3 e 4 restituídos no PhotoModeler	55
25. Quadra referente aos projetos 9, 10 e 11 restituídos no PhotoModeler	56
26. Trecho da estrutura de um arquivo .WRL	57
27. Trecho da base digital do município de São José	58

28. No AutoCAD os elementos são transformados em faces 3D	59
29. Visualização da área no 3DStudio com textura raster	59
30. Base digital visualizada no Cosmo Player.....	60
31. Ambiente VRML com inserção de bibliotecas.....	61
32. Problemas ocorreram com as texturas na inserção das bibliotecas.....	62
33. Vista da área com as edificações restituídas com textura foto-realística	63
34. Vista da quadra que sofrerá simulação.....	64
35. Vista do Teatro Municipal e demais quadras	65
36. Localização e foto da quadra escolhida para simulações	66
37. Vista do Cenário 1.....	67
38. Vista do Cenário 2.....	68
39. Vista do Cenário 3.....	69
40. Fundos da Secretaria de Finanças e do Teatro Municipal de São José.....	72
41. No ambiente virtual observam-se aberturas em alumínio e ferro, com grades	73
42. Os telhados são visivelmente mal estruturados	74
43. A fachada principal da quadra e a lateral do teatro preservadas.....	75
44. A fachada lateral da antiga Casa de Câmara e Cadeia sofreu intervenção.....	76
45. Vista frontal da quadra escolhida para sofrer as simulações	77
46. Vista aérea da quadra mostrando a implantação adequada	78
47. A edificação compromete a arquitetura pré-existente.....	79
48. O uso de cores pode ser regulado pelo plano diretor	80
49. Simulação com edifício de uso comercial	82
50. Simulação com edifício de arquitetura inovadora	83
51. Simulação com um prédio de doze andares.....	85

LISTA DE TABELAS

I. Crescimento populacional e do número de domicílios em algumas principais cidades do Sul do Brasil	4
II. População residente segundo situação e ano	33
III. Estimativas da população	34
IV. Comparação entre medidas com trena e medidas no PhotoModeler	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	- tri-dimensional (x, y, z)
ASPRS	- American Society for Photogrammetry and Remote Sensing
CAAD	- Computer Aided Architectural Design
CAD	- Computer Aided Design
CCD	- Charge Coupled Device
CIPA	- Committee for Architectural Photogrammetry
FIG	- Federation Internacional of Geometers
IA	- Indice de Aproveitamento
ICOMOS	- Internacional Council on Monuments and Sites
IPHAN	- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
ISO/IEC	- Internacional Organization for Standardization – Internacional Electrotechnical Comission
ISPRS	- Internacional Society for Photogrammetry and Remote Sensing
LIS	- Land Information System
PC	- Personal Computer
SBC	- Sociedade Brasileira de Cartografia e Sensoriamento Remoto
SERPHAU	- Serviço Federal de Habitação e Urbanismo
SIG	- Sistema de Informação Geográfica
TO	- Taxa de Ocupação
UTM	- Universal Transverso de Mercator
VRML	- Virtual Reality Modeling Language

RESUMO

Este trabalho aborda a utilização de técnicas emergentes de fotogrametria e processamento digital de imagens como ferramentas para o planejamento urbano. Através desses instrumentos, o engenheiro, o arquiteto e o urbanista podem entender, visualizar, simular e avaliar intervenções na paisagem da cidade antes de sua execução. Foi escolhida uma área piloto no município de São José/SC, pois a administração municipal demonstrou grande interesse na implantação da proposta já que a cidade vem sofrendo uma acelerada expansão urbana. O trabalho divide-se em duas etapas: inicialmente é feita a modelagem espacial com textura foto-realística da área, utilizando para isso a restituição fotogramétrica em meio digital. A seguir, a área modelada sofre as intervenções planejadas obedecendo, o que se prevê, ao Plano Diretor para a zona urbana em estudo. De posse desse produto, é possível realizar uma série de análises referentes a qualquer inserção no meio urbano.

Palavras-chave: fotogrametria digital, fotogrametria arquitetural digital, modelagem 3D, realidade virtual, planejamento urbano.

ABSTRACT

This paper focuses its attention on the utilization of new emerging low-cost technologies to help planning urban areas. Low-cost digital architectural photogrammetry and image processing are applied for the 3D reconstruction of a city district. Concerned with the increasing rates of urban growing, the administration of the city of Sao Jose (SC, Brazil) showed great interest in developing tools which make it possible to understand, preview, simulate and evaluate the city. One can basically divide this work in two different parts: the first phase regards the spatial modeling, applying real textures to the objects (buildings); the second part presents the same area with modifications and analyses of the current Urban Development Plan for that city district.

Keywords: Digital photogrammetry, digital architectural photogrammetry, 3D modeling, virtual reality, urban planning.

1. INTRODUÇÃO

Segundo SANTOS (1996), até 1940, o Brasil era um país tipicamente rural. Entre 1940 e 1980 ocorreu uma inversão, com a taxa de urbanização aumentando de 26,35% para 68,86%. Atualmente, (1996), 77% da população total do Brasil vive nas cidades.

Para FERRARI (1986), a cidade é um fato histórico, geográfico e, principalmente, social. Dessa forma, o planejamento urbano deve ser integral, ou seja, abranger os aspectos econômicos, sociais e físico-territoriais da realidade a ser planejada.

Devido ao crescimento rápido e desordenado da maioria das nossas cidades, cresceu a necessidade de se obter ferramentas que permitam, com rapidez e economia, registrar um grande número de edificações e, a partir daí, criar uma realidade virtual de uma determinada área para futuros estudos e intervenções em sua paisagem.

Pode-se dizer que modelos urbanos tri-dimensionais com textura foto-realística são alguns dos mais novos produtos possíveis de serem gerados a partir da fotogrametria digital e já em utilização em alguns países do exterior, oferecendo novos e atraentes produtos para o planejamento urbano, tais como: visualização interativa, estudo de microclimas – incluindo insolação, análise da paisagem, estudo do tráfego, simulação e manipulação de cenários. Todos contribuindo para um melhor entendimento do projeto, uma das maiores dificuldades enfrentadas pelos planejadores urbanos.

Seja qual for o nível de detalhamento do modelo digital, informações espaciais de áreas urbanas são indispensáveis nos dias de hoje. Os dados disponíveis nos órgãos municipais são, em sua maioria, bi-dimensionais, como mapas, plantas e elevações.

Contudo, essas informações são insuficientes para suprir todas as aplicações listadas anteriormente. Para tanto, são necessários modelos espaciais obtidos a partir de dados colhidos de diferentes fontes, como levantamento topográfico e fotogrametria terrestre e aérea.

Técnicas clássicas de fotogrametria e topografia são despendiosas – exigem

peçoal especializado e muito tempo de trabalho. Além disso, não foram desenvolvidas com o objetivo de modelagem espacial. No entanto, a participação da topografia é indispensável na definição das coordenadas planialtimétricas de pontos de referência na área de interesse, denominados pontos de controle. Sendo assim, para a modelagem espacial utilizam-se as modernas tecnologias de processamento digital de imagens associadas as técnicas, também aperfeiçoadas, de topografia.

Vários artigos publicados em congressos internacionais apontam as inúmeras vantagens do uso de modelos tridimensionais no planejamento urbano. Uma dessas vantagens diz respeito à possibilidade de vislumbrar o ambiente com sua textura real, o que propicia a análise da área em relação à paisagem circundante, estado de conservação das edificações, estruturas construtivas empregadas, efeitos de iluminação e sombreamento, provocado pelas edificações, entre outras.

É importante mencionar que esta dissertação está inserida na linha de pesquisa do laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento – UFSC, num projeto bilateral Brasil – Alemanha, cujo título é “Documentação de Cidades Históricas Através de Fotogrametria Terrestre Baseada no Processamento Digital de Imagens – uma contribuição à proteção de bens culturais”, tendo algumas teses e dissertações concluídas e outras em andamento.

2. JUSTIFICATIVA

É de conhecimento geral a situação alarmante em que se encontra grande parte das cidades brasileiras, devido, principalmente, a um crescimento rápido e desordenado.

Um exemplo dessa situação pode ser claramente observado em São José, município vizinho a Florianópolis: em 1980 sua população era de 87.817 habitantes e em 1996 aumentou para 151.024 habitantes, ou seja, uma taxa crescimento de 72% (4% a.a.). Em 1996 a população urbana já representava 92% da população total do município. (IBGE, 1997)

A área rural de São José é muito pequena, principalmente depois da emancipação do distrito de São Pedro de Alcântara (com expressiva área rural) em 1997, e da expansão do Parque Industrial.

A tabela I apresenta um comparativo de crescimento em termos de população e número de domicílios para algumas principais cidades do Sul do Brasil, no período de 1980 a 1996. A partir desses dados pode-se facilmente observar que o município de São José apresentou expansão urbana (sobretudo no número de domicílios, ou seja, edificações) superior as grandes cidades do Sul do Brasil.

TABELA I - Crescimento populacional e do número de domicílios em algumas das principais cidades do Sul do Brasil.

MUNICÍPIO	A N O					
	1 9 8 0		1 9 9 6			
	População Total	Nº Domicílios	População Total	Cresc. (%)	Nº Domicílios	Cresc. (%)
Florianópolis	187.871	42.621	271.281	44%	79.758	87%
Joinville	235.812	51.373	397.951	69%	107.255	109%
São José	87.817	19.427	151.024	72%	41.718	115%
Curitiba	1.024.975	240.917	1.476.253	44%	429.963	78%
Porto Alegre	1.125.477	299.368	1.288.879	15%	415.006	39%

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1980 e Contagem da População 1996.

Diante de uma taxa de expansão urbana dessa natureza, a administração municipal defronta-se com uma situação de emergência, sem contudo dispor de informações e ferramentas adequadas para lidar com os novos problemas. Metodologias que permitam a aquisição de um grande volume de informações (adequadas aos fins a que se propõe, íntegras e consistentes) ainda estão por ser desenvolvidas e implantadas. Uma das carências diz respeito a bancos de dados geométricos e ferramentas de visualização eficientes destes dados, possivelmente utilizando-se do espaço tridimensional. (WESTPHAL et al., 1998)

Esse crescimento, visivelmente mais acentuado em sua forma vertical, se dá sem nenhum critério de avaliação, o que implica o comprometimento da paisagem que é, sem dúvida, um dos problemas mais comuns nos centros urbanos. Isso se deve principalmente à inexistência de qualquer tipo de estudo prévio quando da implantação de um novo projeto. Esse problema pode ser resolvido a partir de modelos 3D com textura foto-realística da área gerados a partir de fotografias terrestres a curta distância combinados com tecnologias de apresentação auxiliada por computador, onde é possível inserir o usuário no espaço planejado, permitindo-lhe explorar virtualmente (*walk-through*) um ambiente existente ou um cenário simulado.

Outro problema enfrentado, atualmente, diz respeito a questões de ocupação irregular do solo, transgredindo as taxas de ocupação, índices de aproveitamento, recuos

e gabaritos previstos pelo plano diretor do município. Desrespeitando essas normas, o proprietário do imóvel está não só contribuindo de maneira negativa no ordenamento da cidade. Como também prejudicando diretamente sua vizinhança em relação ao comprometimento das condições de iluminação, ventilação e insolação previstos em lei para as edificações confrontantes.

Dessa forma, o potencial da visualização 3D é indiscutível no caso de requisição de perícia, elemento indispensável à justiça no caso de processos quanto à legitimidade da ocupação do solo em detrimento ao direito de propriedade dos confrontantes.

O uso de modelos tridimensionais urbanos permite também a criação de cenários virtuais representativos da realidade futura que se pretende construir. Com esse produto disponível, não só a administração pública e as empresas de construção civil, como também a comunidade em geral têm a oportunidade de analisar, questionar e opinar sobre toda e qualquer mudança significativa que se pretenda fazer na paisagem urbana e sugerir mudanças, se o caso implicar, as normas do Plano Diretor para a área.

Um exemplo seria a inserção de um shopping center em uma área urbana. Para um projeto desse porte, é mais que justificável uma análise criteriosa anterior a sua construção, que poderia incluir estudos a partir de uma modelagem tri-dimensional da área que será afetada quando de sua implantação. Pode ser feito da seguinte maneira: a construtora cede o modelo 3D do edifício (material facilmente disponível com a atual informatização dos projetos) e este é inserido na área urbana modelada espacialmente com textura foto-realística da situação atual, permitindo uma série de análises da área afetada. A partir daí, é possível concluir se as normas do Plano Diretor previstas para a área de estudo são adequadas à sua realidade e se satisfazem seus moradores.

Caso o resultado não seja satisfatório, ter-se-á a possibilidade de argumentar não só com estudos, pesquisas e relatórios, mas também com imagens na forma de cenários virtuais, muito mais fáceis para compreensão e debate.

É importante salientar que a ferramenta proposta é de fácil implementação, dispensando altos custos e pessoal especializado. Os materiais e equipamentos necessários são acessíveis a qualquer prefeitura a que se propõe o estudo, ou seja, a municípios de médio e grande porte que vêm sofrendo com os problemas provocados por um crescimento urbano acelerado. A manipulação dos equipamentos e *softwares* não necessita de especialistas em fotogrametria, sendo possível seu manuseio pelos próprios funcionários do órgão de planejamento após curso de treinamento.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Tendo-se por suporte a base cartográfica digital existente no município e utilizando a fotogrametria arquitetural digital, criar um modelo tri-dimensional com textura foto-realística de uma área urbana, permitindo, a partir daí, uma série de análises dos resultados conseqüentes de possíveis intervenções que possam ocorrer no local, obtendo-se dessa forma, uma ferramenta capaz de solucionar, com rapidez e economia, os problemas urbanos mais freqüentes.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Modelar espacialmente uma área amostral usando a técnica da fotogrametria arquitetural digital e gerar como produto um ambiente virtual, onde o indivíduo poderá caminhar e sentir as mesmas sensações de um pedestre ao passar por determinado ambiente;
2. Analisar, através do modelo digital, a viabilidade das normas do plano diretor para a área;
3. Analisar o impacto da implantação de novas edificações na paisagem através de simulações em cenários virtuais;
4. Analisar as vantagens e/ou desvantagens, de se utilizar a fotogrametria arquitetural digital no planejamento de áreas urbanas críticas, em relação aos métodos tradicionais.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. CADASTRO

Segundo DALE e McLAUGHLIN (1990), o Cadastro Técnico constitui-se de um conjunto de mapas temáticos e relatórios que identificam e localizam as propriedades imobiliárias em um determinado município, fornecendo aos usuários uma série de informações sobre a área cadastrada.

De acordo com CAMBACO (1991, p. 226),

Cadastro não é mais do que um inventário metodicamente arranjado, de dados de propriedades num dado país, ou região; baseado no levantamento das suas confrontações (limites); tais propriedades são sistematicamente identificadas por designação separada. Por outras palavras, o Cadastro tem por objetivo a identificação e a descrição de uma dada porção do terreno tanto sob o ponto de vista jurídico-fiscal, como sob o geométrico.

Segundo o Estatuto da FIG (Federação Internacional de Geômetras, 1995) sobre Cadastro, este deve ser acessível ao público em geral, fornecer garantia de posse, ser facilmente acessado e oferecer informação fidedigna e atualizada a baixo custo.

O cadastro técnico é considerado multifinalitário quando funciona como uma base de registros para uso de diversas pessoas e serviços, por exemplo, abastecimento de água, energia elétrica, telefonia, esgoto, planejamento urbano, etc.. Nesse caso, os dados devem ser atualizados freqüentemente e gerenciados por um sistema de coordenadas, geralmente parte de um sistema de informações geográficas – SIG. (HOCHHEIM, 1993)

Os países europeus possuem uma vasta tradição em cadastro, ao contrário do Brasil, onde o cadastro vem sendo implantado há pouco tempo (o cadastro urbano foi oficialmente institucionalizado pelo Decreto-Lei nº. 1.000 de 21/10/69 e o cadastro rural pela Lei nº. 4.504 de 30/11/64). Infelizmente essa é uma desvantagem já que, segundo CAMBACO (1991), são justamente os países em desenvolvimento que mais necessitam de um cadastro, principalmente multifinalitário, visto que a maioria de seus problemas deve-se justamente à ausência de mapas em escala adequada que permitam realizar qualquer tarefa de planejamento de recursos materiais e humanos.

WILLIANSON (1995) ressalta que o cadastro deve ser apropriado às circunstâncias e necessidades individuais do país, caso contrário o sistema cadastral trará mais danos do que benefícios.

4.1.1. CADASTRO TÉCNICO URBANO

Para LOCH (1998), o cadastro técnico urbano compreende uma série de informações descritivas a respeito da propriedade imobiliária (pública ou privada) situada dentro do perímetro urbano de um município. Essas informações devem estar apoiadas em um sistema cartográfico, constituindo dessa forma, a base para a representação dos dados de múltiplas finalidades.

Segundo HOCHHEIM (1997), uma das vantagens do cadastro técnico urbano é que este pode ser associado, através de chaves, a outras informações de diferentes fontes, tornando-se dessa forma, multifinalitário. Dentre os diversos objetivos do cadastro técnico urbano, o autor cita:

- i. cobrança justa de tributos: através do cadastro fiscal ou tributário, são cobrados os tributos, permitindo, dessa forma, a previsão da receita municipal e cálculo da contribuição de melhorias;
- ii. inventário de terras: através do mapeamento das parcelas é possível fazer um balanço anual das terras urbanas no que se refere ao seu estoque, transferência de propriedade, uso e ocupação;
- iii. gerar dados espaciais para um sistema de informações: funciona como ferramenta de apoio aos órgãos responsáveis pelo planejamento municipal e regional;
- iv. gerar a base física para serviços de infra-estrutura como água, esgoto, abastecimento de energia, coleta de lixo, transporte urbano, etc.;
- v. estabelecer os limites municipais de maneira exata e definitiva;
- vi. garantir a propriedade imobiliária, uma vez que possui a situação espacial e descritiva da parcela, nas quais deve se basear o registro de imóveis.

De acordo com LOCH (1998), o cadastro técnico urbano se apóia em uma série de mapas que representam variados temas de interesse no planejamento urbano. Dentre os mais importantes o autor cita:

- i. cadastro imobiliário;

- ii. cadastro da rede viária;
- iii. cadastro tributário;
- iv. cadastro de serviços de infra-estrutura;
- v. cadastro planialtimétrico;
- vi. cadastro de uso dos solos.

WILLIANSO (1995) ressalta que os sistemas cadastrais traçados para os países mais pobres deveriam ser simples, flexíveis, de acesso livre e de baixo custo, além de apresentar semelhanças com seu mercado informal de terras, ao contrário dos sistemas cadastrais encontrados na maioria dos países desenvolvidos, que são geralmente complexos, mais rígidos, caros, relativamente lentos e com um alto nível de sofisticação. No entanto, segundo o mesmo autor, o sucesso de um sistema cadastral não depende de sua sofisticação legal ou técnica, mas se ele protege os direitos da terra adequadamente e permite que esses direitos sejam negociados (quando necessário) de modo eficiente, simples, rápido, seguro e a baixo custo. Entretanto, se os recursos ou sistemas não estão disponíveis a manter atualizado o sistema cadastral então não se justifica sua implantação.

KAUFMANN (1995) prevê que em até 2014 o cadastro estará altamente privatizado, já que os órgãos públicos tendem a ser menos flexíveis e mais conservadores do que as organizações privadas. No entanto, para a segurança necessária dos dados é indispensável a participação dos setores públicos.

4.2. FOTOGRAMETRIA

A Sociedade Americana de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto (ASPRS) define da seguinte forma o termo fotogrametria:

A fotogrametria é a arte, ciência e tecnologia de se obter informações seguras a respeito de objetos físicos e do meio, através de processos de registro, medição e interpretação de imagens fotográficas e padrões de energia radiante eletromagnética e outro fenômeno. (ASPRS, 1980, p. 01)

De acordo com ALMEIDA (1992), a fotogrametria é um método indireto não agressivo, uma vez que mede sobre uma “maquete ótica do objeto” e não sobre ele mesmo, por isso ela é classificada como uma técnica de sensoriamento remoto.

Uma vantagem de se utilizar a fotogrametria diz respeito à reutilização das fotografias sempre que se tornarem necessárias novas medições. Isso dispensa a

necessidade de uma nova ida a campo.

No Brasil, a maioria dos mapas topográficos e de cidades são produzidos através da fotogrametria. As fotografias são obtidas com câmaras de filme de grande-formato acopladas em aviões bimotor que voam em baixas alturas (1000 a 3000 m) e depois são usadas em instrumentos chamados restituidores para produzir os mapas.

Desde que foi inventada, a principal aplicação da fotogrametria tem sido na produção de mapas. No entanto, os fotogrametristas sempre tentaram aplicar suas técnicas em outros campos. Determinou-se chamar qualquer aplicação da fotogrametria fora do campo de mapeamento topográfico do tipo “não-topográfica”. A Sociedade Internacional de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto (ISPRS) possui, desde 1948, a “Comissão V” que trata exclusivamente desse campo de aplicação.

Atualmente, a fotogrametria não-topográfica é utilizada em várias áreas, dentre as quais pode-se citar: arquitetura e arqueologia, engenharia mecânica e civil, indústria automobilística, medicina, zoologia, agricultura e perícia.

Quando a distância câmara-objeto não ultrapassa os 300 metros – para fotogrametria terrestre, e os 1000 metros – para fotogrametria aérea, é usado o termo fotogrametria a curta distância. Nessa área, FRYER (1996a) aponta a realidade virtual e a animação como uma extensão óbvia num futuro próximo e cita a declaração de ALGARNI (1995) que se refere à interpretação automática como a “quarta dimensão”.

Atualmente, com o desenvolvimento acelerado da informática, há uma tendência mundial no uso da fotogrametria digital, que consiste da manipulação e processamento de imagens feitos totalmente em meio digital, o que representa ganho em tempo, maior economia, alta precisão e maior capacidade de armazenamento.

4.2.1. FOTOGRAMETRIA ARQUITETURAL

Precursora de todas as áreas da fotogrametria, o uso da fotogrametria arquitetural remonta do século passado e teve início na Europa, que hoje possui o maior número de institutos de fotogrametria em todo o mundo, e tem sido utilizada, principalmente, na documentação e preservação de edifícios antigos.

DALLAS (1996) cita inúmeras vantagens do uso da fotogrametria em registros arquitetônicos, dentre os quais:

- i. fornece registro homogêneo de toda a fachada, independente do tamanho ou nível de detalhamento. Simplesmente, quanto mais detalhado, mais tempo de

- restituição;
- ii. a aplicação envolve um rápido trabalho de campo e dispensa grandes equipes;
- iii. os resultados podem ser obtidos rapidamente;
- iv. o método assegura a integridade física do objeto, já que dispensa o contato direto com a superfície fotografada. No caso de objetos antigos este é um fator de considerável relevância;
- v. a captura direta de dados digitais através de CCD (*Charge Coupled Device*) é ideal para a entrada (*input*) em sistemas CAD;
- vi. permite a produção direta de dados 3D, importante na era CAD.

Deve se fazer uma ressalva quanto ao item v, no que diz respeito às limitações do dispositivo CCD que substitui o filme nas câmaras digitais, e cuja capacidade de armazenamento e acurácia ainda são inferiores aos métodos híbridos (câmara analógica e digitalização dos dados).

Na reunião do ICOMOS (Comitê Internacional de Monumentos e Sítios) em Washington (1987) a técnica fotogramétrica foi apontada como a mais indicada para o levantamento arquitetônico preciso de monumentos e sítios históricos.

Com o objetivo de desenvolver a fotogrametria arquitetural e implementar métodos de levantamento de monumentos e sítios históricos, a ICOMOS e ISPRS fundaram, em 1970, o sub-comitê CIPA – Comitê Internacional de Fotogrametria Arquitetural.

Hoje, a técnica da fotogrametria arquitetural é utilizada, principalmente, na documentação de centros históricos tombados como Patrimônio da Humanidade, devido à rapidez, praticidade e economia.

Atualmente, a técnica da fotogrametria arquitetural analítica é pouco utilizada devido à falta de pessoal especializado, equipamentos caros e tempo despendido, por se tratar de um trabalho minucioso, que requer paciência e dedicação. Por esse motivo, talvez se explique o fato de que os prédios levantados por fotogrametria, no Brasil, sejam, em sua maioria, de importância cultural, estando sob tutela do poder público que fornece os recursos necessários a esse tipo de trabalho.

No entanto, com o advento da fotogrametria digital, estão sendo desenvolvidos vários *softwares* fotogramétricos que tornam o trabalho de restituição mais econômico,

rápido e fácil de ser manipulado e armazenado, fazendo com que a fotogrametria arquitetural seja utilizada não somente no levantamento de prédios históricos, mas também em qualquer área ligada à arquitetura e planejamento urbano.

De acordo com KARARA (1989), esses sistemas estão introduzindo novas possibilidades de aplicação e ampliando o campo de atuação da fotogrametria arquitetural não somente em medições e levantamentos, mas também em análises arquitetônicas e em diversos tipos de apresentação. Oferecendo melhor resultado em qualidade, acurácia e custo, a fotogrametria arquitetural tem compensado os investimentos necessários.

Segundo DALLAS (1996), atualmente todas as empresas de trabalhos fotogramétricos fornecem o produto no formato digital. Se ainda utilizam restituidores analógicos, esses são ajustados com codificadores que os tornam aptos a extração de dados digitais. Muito mais comuns, hoje, os restituidores analíticos fornecem os dados diretamente na forma digital. Com os dados no formato digital é possível mudar sua escala e organizá-los em forma de layers, tornando, dessa forma, os produtos fotogramétricos muito mais flexíveis.

De acordo com WALDHÄUSL (1992), o grande problema da fotogrametria arquitetural não se refere às câmaras e equipamentos especiais, e, sim, ao grande número de edificações a serem levantadas e documentadas nos próximos anos. Isto somente será possível através da fotogrametria digital.

O problema não engloba somente os sítios históricos, que têm prioridade de documentação, mas também o nosso meio urbano que está em crescente processo de desenvolvimento. Para isso, são necessárias soluções fotogramétricas rápidas, acuradas, economicamente viáveis e fáceis de serem manipuladas.

4.2.1.1. A Fotogrametria Arquitetural no Brasil

Em nosso país são ainda pouco expressivos os resultados obtidos através da fotogrametria arquitetural, mesmo se considerarmos sua utilização apenas para a documentação de patrimônio histórico, já que são 10.000 monumentos históricos tombados e sem documentação precisa para cadastramento. Segundo GOMES (1995), os primeiros levantamentos desse tipo no Brasil foram:

- i. as fachadas do Castelo da Torre de Garcia D'Avila (Praia do Forte, Bahia, 1977);

- ii. a fachada da Igreja de São Francisco de Assis (Ouro Preto, MG, 1977);
- iii. a fachada do Teatro Municipal (Rio de Janeiro, RJ, 1977);
- iv. a fachada do Museu Ipiranga (São Paulo, SP, 1980);
- v. fachadas, paredes e torres das Ruínas de São Miguel das Missões (RS, 1981);
- vi. o monumento do Cristo Redentor (Rio de Janeiro, RJ, 1991).

Segundo SILVA e GOMES (1991), apesar do interesse que a fotogrametria arquitetural desperta no Brasil, por uma série de fatores técnicos, como, dificuldade de pessoal especializado, equipamentos adequados e até mesmo desconhecimento da técnica, teve seu avanço estagnado.

Em 1992 foi realizado o I SEFLA (Seminário de Fotogrametria Terrestre Aplicada a Levantamentos Arquitetônicos e Arqueológicos) no Instituto Militar de Engenharia - RJ. Seguindo a resolução nº. 2 da ICOMOS, adotada em 1987 durante a VII Assembléia Geral em Washington, que recomenda arquivos fotogramétricos dos monumentos e sítios incluídos na Lista de Patrimônio da Humanidade, estendendo-se a seus bens tombados, ficou proposto o estabelecimento da regulamentação técnica do Arquivo Fotogramétrico Cultural Brasileiro.

A Sociedade Brasileira de Cartografia reuniu, em 1994, um Grupo de Trabalho com o objetivo de desenvolver o Anteprojeto do Cadastro Fotogramétrico de Monumentos Históricos do Brasil, de acordo com a política de preservação do IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional e dos demais órgãos responsáveis pela preservação do patrimônio cultural brasileiro.

Em 1995, foi estabelecido pelo Grupo de Trabalho, com a coordenação do engenheiro cartógrafo Camillo José Martins Gomes, a proposição de uma metodologia para criação e manutenção do Cadastro Fotogramétrico de Monumentos Históricos do Brasil. (GOMES et al., 1995)

De acordo com o mesmo autor, não existem planos no IPHAN para a aplicação da fotogrametria arquitetural no cadastro de monumentos. A alegação é a falta de recursos para a manutenção dos monumentos. Devido, justamente, a esse fator, é que se torna imprescindível documentar e cadastrar esses monumentos para que suas características originais possam ser resgatadas assim que for possível. Soma-se a isso o desconhecimento da técnica pela maioria dos arquitetos e restauradores. Pensando nisso,

foi elaborado o projeto de criação de um Centro de Treinamento para Fotogrametria a Curta Distância na América do Sul, com o intuito principal de promover o desenvolvimento e aplicação da fotogrametria e das ciências e técnicas de levantamento, registro e cadastramento de monumentos e sítios históricos e arqueológicos. Esse Centro será inicialmente implantado no Laboratório de Fotogrametria da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, seguindo todas as recomendações da ISPRS, ICOMOS, CIPA e SBC. (GOMES et al., 1997)

Mais um passo importante na consolidação do Brasil no cenário da fotogrametria arquitetural será dado em 1999 com o Simpósio Internacional da CIPA que será sediado, juntamente com o XIX Congresso Brasileiro de Cartografia, em Recife/Olinda – Pernambuco.

4.2.2. FOTOGRAMETRIA DIGITAL

Segundo SZANGOLIES (1992), o período da fotogrametria analítica (1960 - 1990) foi substituído pelo da fotogrametria digital, que se caracteriza pelo processamento e correlação da imagem digital. Essa nova tecnologia também é chamada de *pixel photogrammetry* ou *softcopy photogrammetry*. Os restituidores analíticos usados pelo mundo inteiro estão sendo lentamente substituídos pelos sistemas fotogramétricos digitais.

De acordo com KARARA (1989), a fotogrametria digital é basicamente o processo em que as fotografias são primeiro digitalizadas, ou obtidas diretamente de câmaras digitais, e, em seguida, esses dados digitais são processados em computadores. Dessa maneira, a fotogrametria digital utiliza técnicas de processamento de imagens para obter a informação geométrica.

DOWMANN (1996) cita algumas vantagens do uso de imagens digitais:

- i. as imagens podem ser mostradas e processadas em um computador pessoal – não há exigências óticas/mecânicas;
- ii. os sistemas de medição são estáveis e não precisam de calibração;
- iii. a imagem pode ser realçada (por exemplo, em contraste e brilho);
- iv. operações podem ser realizadas em tempo real, ou próximo ao tempo real.

De acordo com WALDHÄUSL (1992) e GRÜN (1992), nos tempos clássicos da fotogrametria arquitetural haviam limitações quanto às câmaras, instrumentos e casos

especiais. Atualmente, a fotogrametria utiliza qualquer câmara e instrumentos mais simples, tornando-se, dessa forma, mais flexível. Com os recentes avanços tecnológicos, a fotogrametria tem sido impulsionada em direção ao domínio digital completo, com o desenvolvimento de novos sensores e *hardwares* cada vez mais poderosos dando abertura a novas tecnologias e campos de aplicação.

Para PIVNICKA et al. (1996), a demanda por sistemas fotogramétricos digitais também tem influenciado a relação Informação X Sistemas de Desenhos, como GIS/LIS ou CAD. A combinação de dados *vector* e *raster* é a maior vantagem dos novos sistemas. A sobreposição de fotografias digitais a base de dados georeferenciados, permite ampliar o número de produtos de SIG e facilitar as análises posteriores.

Dos novos sistemas fotogramétricos introduzidos no mercado nos últimos anos, grande parte relaciona-se à área da fotogrametria arquitetural. Isso se deve à necessidade de um acesso mais amplo à fotogrametria, especialmente pelos profissionais que trabalham com arquitetura. (FELLBAUM, 1992)

HIRSCHBERG (1996) e EL-HAKIN (1996) ressaltam que a integração cada vez maior entre os programas CAAD (*Computer Aided Architectural Design*) e a fotogrametria digital vem sendo reconhecida como uma poderosa tecnologia. Sua aplicação não se limita apenas na documentação de monumentos históricos, mas também na geração de modelos urbanos digitais e ambientes de realidade virtual.

Esses ambientes virtuais são interações de gráficos de tempo-real com modelos tri-dimensionais, que combinados com tecnologias de exibição podem inserir o usuário no espaço do modelo e dar-lhe controle direto de manipulação.

WALDHÄUSL (1992) reconhece mudanças na metodologia dos arquitetos que, além de estarem trabalhando com computação gráfica, pedem por facilidades na manipulação de dados. Alguns arquitetos aprenderam sozinhos a usar tecnologias simples como os sistemas de restituição fotogramétrica Rolleimetric e Elcovision. Como a proteção do meio ambiente tem se tornado uma preocupação nos dias de hoje, os arquitetos têm de apresentar, cada vez mais, simulações espaciais exatas de seus projetos antes de sua execução e essa tarefa pode ser realizada através da tecnologia fotogramétrica digital que possibilita a criação de ambientes virtuais.

Outra vantagem da fotogrametria digital sobre a fotogrametria arquitetural analítica diz respeito aos custos envolvidos – para a restituição de um elevado número de edificações (conjuntos urbanos) torna-se praticamente inviável.

A introdução do processamento digital de dados trouxe uma mudança de paradigma em distintas áreas do conhecimento, e a fotogrametria não deixou de ser uma delas (ACKERMAN, 1995). Através da evolução do processamento digital levou-se a cabo a implantação de formulações analíticas já existentes. Executados em computadores de pequeno porte, uma nova corrente de *softwares* de restituição fotogramétrica monocular de baixo custo permite, agora, também ao não-fotogrametrista a modelagem 3D de objetos. Algumas consequências positivas para a documentação e planejamento urbano, de curto e longo prazo, advêm deste fato:

i. Uso mais eficiente dos recursos investidos.

O uso dos PCs como estações fotogramétricas digitais, além de economicamente viáveis e de fácil manipulação, permite serem usados em outras tarefas, não se restringindo apenas ao uso fotogramétrico. Dessa maneira, são acessíveis a qualquer administração pública ou empresa ligada ao planejamento urbano.

De acordo com PHILIPS (1995), a velocidade dos computadores aumenta a cada momento, enquanto o custo de equipamentos e gravação de dados diminui. Dessa forma, cada vez mais, novas aplicações de processos digitais são feitas na área da fotogrametria, uma vez que equipamentos sofisticados, de alto custo e difícil manutenção, são substituídos pelos mais simples.

ii. Ampliação da base de edifícios documentados.

Redução dos investimentos necessários e uma maior facilidade no que diz respeito ao treinamento de pessoal para operar as atuais estações fotogramétricas digitais ou mesmo PCs. Softwares capazes de restituir coordenadas 3D de objetos a partir de fotos já estão disponíveis no mercado a um baixo custo (em torno de US\$1000,00); (WESTPHAL et al., 1998)

iii. Fotogrametria para todos.

A simplificação na aquisição e processamento dos dados aproximou a fotogrametria daquelas profissões que potencialmente podem beneficiar-se do seu uso (engenheiros, arquitetos, médicos, oceanógrafos...).

De acordo com CAPANNI e FLAMIGNI (1996, p.41)

Os *softwares* fotogramétricos, conhecidos como restituidores fotogramétricos digitais, têm tido uma larga aceitação no mercado devido a flexibilidade de operação, extensão do campo de aplicação e integração com os Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Nos últimos anos, é notável a expansão da fotogrametria arquitetural, devido,

principalmente, ao uso de técnicas de processamento e registro de imagens e também aos importantes avanços tecnológicos, como a integração com sistemas CAD e sistemas de informação, desenvolvimento de sistemas de baixo custo e pesquisas em fotogrametria digital. GRÜN (1992).

Recentemente, no *International Symposium on Real-Time Imaging and Dynamic Analysis* da Sociedade Internacional de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto (ISPRS, Comissão V, Hakodate/Japão), foi proposto, pelo Comitê Internacional de Fotogrametria Arquitetural – CIPA, um sistema de informações de fotogrametria arquitetural. Para esse sistema de informações podem contribuir quaisquer indivíduos, com imagens que vão desde aquelas obtidas em viagens por turistas, até levantamentos arquitetônicos especializados.

Outra inovação nesse sentido, possível principalmente graças à redução de custos e maior simplificação do manuseio de *softwares*, é a iniciativa da Universidade de Viena de levar a fotogrametria arquitetural também a escolas. Através de um caderno com regras básicas e fáceis de serem seguidas, os alunos são incentivados a utilizar a fotogrametria para modelar objetos de seu interesse pessoal (seu domicílio, seu automóvel, etc.).

O Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da UFSC (Brasil) e o Instituto de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto da Universidade de Karlsruhe (Alemanha) vêm trabalhando para introduzir novas tecnologias de aquisição de dados por fotogrametria a curta distância, desde 1995. Em Florianópolis e Karlsruhe trabalha-se intensamente em duas áreas básicas: para a proteção de monumentos arquitetônicos desenvolvem-se sistemas de baixo custo, os quais visam a documentar conjuntos citadinos ou amplos conjuntos arquitetônicos, o que até agora técnica e cientificamente ainda não se fazia possível. Uma segunda linha básica de pesquisa conjunta trata a questão do suporte através de imagens para administração de grandes instalações, como universidades, hospitais e sistemas industriais. A estrutura similar dos campus universitários de Florianópolis e Karlsruhe induziu à escolha do tema central dessa segunda atividade como Sistema de Informações do Campus Universitário. (WESTPHAL et al., 1998)

Nos trabalhos acima, desenvolvem-se paralelamente também conceitos de aquisição e tratamento dos dados, bem como ferramentas úteis para documentação e planejamento urbano.

A fotogrametria arquitetural em sua forma digital desponta como uma interessante tecnologia para a aquisição de coordenadas espaciais de objetos. No entanto, deve-se ressaltar que o estabelecimento de padrões na aquisição e digitalização de imagens, devido a ampla gama de aplicações da fotogrametria a curta distância, não é tão simples assim. Estudos de precisão, acurácia, formas de armazenamento da imensa quantidade de informações em imagens, devem ser realizados e, ao longo de um processo de experimentação prática, determinar aqueles procedimentos e equipamentos que devem ser utilizados para cada caso.

A redução de custos evidenciada pela utilização da fotogrametria digital de curta distância, incentivou a sua aplicação nos mais diversos campos de atuação. A utilização de fotografias para análise, registro, documentação, modelagem e controle de estruturas pode ser encontrada hoje na medicina (VERESS, 1989), documentação de patrimônio histórico (CARBONELL, 1989; PALLASKE et al., 1992), modelagem tridimensional urbana (LANDES, 1998), indústria (ADAMS, 1989), microscopia eletrônica (GHOSH, 1989), sistema de informação geográfica (RENUNCIO et al., 1998) entre outras.

Pode-se dizer que hoje a fotogrametria digital é plenamente aceita e o desempenho de sistemas otimizados oferecem novas possibilidades que conduzirão a modernas aplicações.

4.3. PLANO DIRETOR

De acordo com a Constituição de 1988, Art. 182, parágrafo 1º.,

... o plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

LOCH (1990) afirma que, somente após a instituição dessa lei exigindo a implantação de plano diretor, é que muitas prefeituras de pequeno e médio porte começaram a preocupar-se com suas deficiências no campo de mapeamento. A carência de mapas, aliada a um cadastro imobiliário deficiente, constituem-se como um entrave na execução de um plano diretor físico-territorial.

Segundo VIDOR (1992), a base que serve de modelo para os planos diretores desenvolvidos no Brasil é de origem européia, sendo a França e a Inglaterra os melhores fornecedores, visto que possuem um acervo teórico/prático vasto e de tradição secular.

Essa metodologia foi difundida no Brasil pelo extinto SERFHAU – Serviço

Federal de Habitação e Urbanismo – cuja tarefa era prestar auxílio às prefeituras na realização de seus planos diretores. No caso dos municípios que já possuíam seus planos, como algumas capitais, foram obrigados a reestruturá-los de acordo com a metodologia difundida, para dessa forma poderem solicitar financiamentos do governo federal.

Mesmo com uma lei de ordenamento espacial implantada em cidades de pequeno e médio porte, observa-se que os problemas urbanos persistem e que não são poucos. Isso se explica por vários fatores, dentre os quais se pode citar:

I. A adoção de um modelo de planejamento inadequado à nossa realidade física, cultural e urbana.

É o caso da adoção dos mesmos mecanismos de zoneamento, ocupação e uso do solo, índice de aproveitamento, gabarito, etc., de países cuja realidade era muito diferente da nossa.

Segundo VIDOR (1992), o modelo adaptou-se perfeitamente do ponto de vista técnico, no entanto, sob a ótica do desenvolvimento político/social ele é inadequado, uma vez que são privilegiadas as várias formas de desenvolvimento do capital industrial, em detrimento da qualidade de vida do trabalhador. Investe-se pouco na estrutura urbana propriamente dita. Prova disso são os problemas mais típicos enfrentados pela população: falta de saneamento, de habitação, de transporte, de pavimentação, entre outros;

II. Carência de mapeamentos detalhados e de precisão dentro dos moldes da cartografia sistemática.

Essa situação deve-se principalmente à pouca importância dada ao mapeamento no Brasil, negligenciando suas potencialidades em trabalhos de planejamento e gestão municipal. Existem casos em que a prefeitura dispõe de material cartográfico, mas que por desconhecimento ignora sua existência e sua importância, contribuindo, dessa forma, para o aumento do desperdício de verba pública;

III. Descumprimento das leis.

Desconsiderando-se a adequação ou não das normas de ocupação e uso do solo previstas pelo plano diretor a realidade do município, esse foi elaborado e aprovado pela Câmara Municipal como lei e sendo assim é obrigação da municipalidade aplicá-la, como está descrito em um de seus próprios artigos.

Entretanto, cada vez mais se observa uma expansão urbana aleatória, mesmo

com leis específicas para fins de ordenamento que foram elaboradas a custa de muito trabalho, capital e tempo despendido.

Segundo LOCH (1990), é necessário que as normas previstas pelo plano diretor sejam cumpridas na íntegra; do contrário, as mesmas perdem seu sentido.

VIDOR (1992) e LOCH (1990) ressaltam a importância de uma equipe técnica multidisciplinar atuando na elaboração do plano: arquiteto, engenheiro, topógrafo, geógrafo, economista, administrador, assistente social e desenhista; e uma integração maior entre essa equipe técnica e o jurídico, ou seja, o profissional que atua no planejamento deveria ter um bom conhecimento da legislação em relação à ocupação e uso do solo.

4.4. EXPANSÃO URBANA

Segundo CLARK (1985), o rápido crescimento urbano é uma das principais características das economias em desenvolvimento. A expansão das grandes cidades gerou mudanças que afetaram a maioria dos países nos últimos anos, transformando lugares e modos de vida predominantemente rurais para predominante urbanos.

Como lembra FARRET (1985), com a Revolução Industrial (meados do século XVIII a meados do século XIX) nasce uma nova ordem do espaço urbano: ocorrem um esvaziamento das áreas rurais e um acelerado processo de crescimento demográfico das cidades. Inicia-se, desse modo, o processo de urbanização, invertendo-se as relações de dominação entre cidade e campo, necessárias à prática do modo de produção capitalista.

De acordo com ROSSATO (1993), a urbanização na Europa e América do Norte prolongou-se por mais de um século e meio, enquanto que no Brasil levou aproximadamente cinquenta anos. As consequências sócio-econômicas desse processo acelerado estão bem claras até hoje e não contemplam soluções a curto prazo.

Até o final do século XIX eram raras as cidades no Brasil. A maioria da população vivia no meio rural. Esse quadro começou a mudar com a abolição da escravidão (1888) e a proclamação da República (1889), quando se observou o surgimento de novos ideais e necessidades, em que as cidades passaram a ser vistas como impulsionadoras do desenvolvimento e sedes do capitalismo. (SANTOS, 1988)

Segundo FERRARI (1986), a revolução industrial no Brasil só teve início após 1930, com a Revolução de 30, que derrubou o feudalismo agrário do poder, substituído pela burguesia que se encontrava nas cidades. Com a vitória da cidade sobre o campo,

em relação ao predomínio político e econômico, a urbanização passou a acentuar-se. Devido à industrialização mais acentuada, regiões como São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, tiveram um crescimento populacional e urbano superior as demais cidades. A urbanização no Brasil intensificou-se após a Segunda Grande Guerra impulsionada pelo vigoroso incremento da industrialização.

A expansão da cidade é o crescimento de sua área urbana, de maneira horizontal e vertical, com o passar do tempo. É de grande importância que o planejador identifique para onde está caminhando a expansão urbana da cidade, já que ela é elemento decisivo na execução do planejamento regional. A principal ferramenta utilizada para o monitoramento da expansão urbana é a imagem aérea, visto que com imagens de diferentes épocas é possível identificar as áreas passíveis de expansão. (LOCH, 1998)

De acordo com CALLAI (1993), quando a expansão urbana é orientada pelos interesses imobiliários mais do que pelos cuidados com a vida e com a população, os efeitos são devastadores. Exemplo disso é a questão imobiliária, capaz de estender o perímetro urbano com o objetivo de implantar novos loteamentos e valorizar os terrenos elevando, conseqüentemente, o custo social da instalação da infra-estrutura necessária.

Segundo ROSSATO (1993), as condições bio-físico-climáticas das regiões urbanizadas e o meio sócio-cultural não têm sido considerados adequadamente na elaboração de projetos urbanísticos e de infra-estrutura urbana e, também, na implantação e expansão das cidades.

Segundo LOCH (1990), as normas previstas pelo plano diretor devem, antes de tudo, considerar o relevo da cidade e a seguir, as zonas industriais, já que há uma forte tendência de concentração da classe operária em seu entorno.

Atualmente, são utilizadas várias ferramentas que buscam auxiliar o planejador na busca de soluções para os problemas urbanos. Além das técnicas usuais de sensoriamento remoto (fotografias aéreas e imagens de satélite), mapas digitais, cadastro técnico multifinalitário, sistemas de informações geográficas e desenho urbano, LANGENDORF *in* BOURSCHEID (1998) recomenda que inovações tecnológicas devem ser utilizadas e que após os estudos do terreno e planos urbanísticos anteriores, protótipos em 3D de edifícios e bairros sejam criados.

4.4.1. EXPANSÃO URBANA X PAISAGEM

A consequência imediata do rápido processo de expansão urbana, que muitas cidades brasileiras vêm sofrendo, fruto de um acelerado desenvolvimento industrial é, fatalmente, o comprometimento da paisagem. Deve-se o fato à problemática de se desenvolver planos que associem a expansão de áreas urbanizáveis à conservação de sua paisagem natural.

LEITE (1992) define paisagem como manifestação da criatividade urbana, e que por isso é um processo contínuo, móvel, em constante mutação. Por cada momento histórico ter uma paisagem representativa, é tão importante que se preservem alguns exemplares para que gerações futuras possam conhecer o passado de sua região.

Desse modo, ao acrescentar elementos à paisagem, deve-se fazer com que esses se integrem, componham e auxiliem no processo de recriação de ecossistemas. A paisagem também possui suas funções: sociais, políticas e econômicas, e sua dimensão é alterável. Por isso é importante que em projetos de intervenção, sejam analisados os componentes, estruturas e o funcionamento da paisagem. (DEGREAS, 1992)

Segundo SILVA e MAGALHÃES (1993), as consequências de intervenções aleatórias na paisagem urbana podem ser observadas na maioria dos grandes centros urbanos – aquecimento exagerado formando ilhas de calor, enchentes, deslizamentos de encostas, racionamento de água e energia e esgotamento do solo, do ar e da água, promovidos pelo lançamento de dejetos e resíduos poluidores.

Atualmente, com o progresso e popularização dos recursos tecnológicos, temos, à disposição, ferramentas que auxiliam o planejador a evitar esses tipos de problema gerados pela expansão urbana acelerada que vem ocorrendo na maioria das cidades brasileiras em desenvolvimento.

A ferramenta apontada como a mais inovadora atualmente, é a dos modelos urbanos tri-dimensionais ou realidade virtual, onde a geometria do edifício é reconstruída seguida do mapeamento de sua textura. (HAALA, 1998)

Seguindo esse princípio, não só as edificações, mas todo objeto possível de ser modelado espacialmente (equipamentos urbanos, árvores, terreno) podem compor o cenário virtual, tornando muito mais acessível ao arquiteto e urbanista planejar e analisar qualquer intervenção na paisagem.

Até há pouco tempo, dispúnhamos apenas de dados bidimensionais (mapas e

elevações) que limitavam análises mais aprofundadas de áreas urbanas. Em seguida, surgiram os modelos 3D, chamados maquetes eletrônicas, que consistiam de modelos vetoriais criados por *softwares* CAD com textura *raster*. Mais uma vez tínhamos de trabalhar em conjunto com fotografias da área para podermos nos inteirar da realidade.

Atualmente, temos esses dois produtos em um só, ou seja, o modelo tridimensional com textura *raster* foto-realística. De acordo com POMASKA (1998), outra vantagem é que a interpretação desses mapas digitais tridimensionais não exige um “expert” em fotogrametria; ao contrário, pode ser feita pelo usuário final, no caso, o arquiteto e urbanista.

Assim como a paisagem urbana, a cidade é extremamente dinâmica o que pode ser facilmente percebido nos grandes centros. As transformações sofridas podem ser tanto positivas como negativas, dependendo das ferramentas disponíveis para auxiliar nesse processo – ferramentas que permitam a análise prévia das transformações propostas contribuem de maneira efetiva na obtenção de resultados mais próximos aos desejados.

4.5. PLANEJAMENTO URBANO INTEGRADO AO PLANO DIRETOR

FERRARI (1986, p.03) adota um trecho da Carta dos Andes (Colômbia, 1958) como um exemplo de definição, dentre as inúmeras existentes, para planejamento:

Em um sentido amplo, planejamento é um método de aplicação, contínuo e permanente, destinado a resolver, racionalmente, os problemas que afetam uma sociedade situada em determinado espaço, em determinada época, através de uma previsão ordenada capaz de antecipar suas ulteriores conseqüências.

Conclui-se da definição que o planejamento urbano é um “meio” de se obter soluções para problemas urbanos, e que por isso, não se trata de um processo definitivo, pelo contrário, deve ser constantemente revisado e modificado de forma a se adequar à realidade social, que é essencialmente dinâmica.

Segundo CLARK (1985), o planejamento urbano teve início no final do século XIX e começo do século XX no Reino Unido, Europa e América do Norte, como resposta aos problemas que se evidenciavam na cidade industrial: doenças e superpopulação. Variando de país para país, o planejamento urbano não segue um padrão, assim como seus objetivos, funcionamento e evolução: com o passar dos tempos as prioridades vão se modificando.

Segundo BOURSCHEID (1998), o planejamento urbano é a base para o desenvolvimento social e econômico de uma cidade, pois ao se planejar de forma satisfatória o espaço urbano, se está contribuindo para o bem estar da população, e também para uma melhor eficiência das atividades econômicas.

De acordo com FERRAZ (1991) e DEL-RIO (1990), o planejamento urbano configura-se como um processo dinâmico e permanente, uma constante intervenção que objetiva adequar o desenvolvimento da cidade às necessidades básicas de seus habitantes: trabalho, habitação e lazer. Desse modo, BOURSCHEID (1998) concorda que o planejamento urbano deve contemplar coleta de dados, transformação desses dados em informações através da introdução do conhecimento especializado e previsão de mudanças em função da avaliação dos Resultados Obtidos em relação a Planejados.

Para TEIXEIRA e TEIXEIRA (1998), é imprescindível que sejam considerados alguns fatores de extrema importância na implementação de um planejamento urbano, dentre os quais, um desenvolvimento sustentável, equilibrado e integrado. Para tanto, é necessário que o planejamento urbano seja participativo, viabilizando a integração de todos os setores sociais envolvidos.

De acordo com LOCH e BOURSCHEID (1996), a carência de uma otimização, na definição dos índices de ocupação do solo, contribui para que planos diretores ou leis de zoneamento sejam elaborados sem previsão de realidades futuras, ou seja, quando a cidade estiver densamente povoada.

A ocupação espacial de uma cidade depende do setor público municipal em vários momentos do processo. Primeiramente, para a permissão de ocupação de acordo com as diretrizes do plano diretor municipal; a seguir, para o aumento de arrecadação gerado devido às taxas cobradas para consulta de viabilidade, aprovação do projeto e, conseqüentemente, para os impostos arrecadados após a construção do imóvel. (NEUMANN e JUNGLES, 1998)

Na realidade, os planos diretores são elaborados pelo mercado imobiliário, que é quem dita os índices de aproveitamento, taxas de ocupação e outros índices, e não pela população, que é diretamente afetada pela alteração da qualidade de vida: aumento de tráfego, de população, alteração ou obstrução da paisagem, poluição, etc..

Nesse caso, o plano diretor torna-se uma ferramenta vulnerável nas mãos de especuladores. A solução de grande parte dos problemas urbanos é um plano diretor eficaz e adequado à realidade do município auxiliado por ferramentas digitais modernas

que permitam a análise prévia de toda e qualquer modificação, não só nas normas de ocupação do solo, como também de projetos que se pretendam implantar com conseqüentes modificações na paisagem.

Essas ferramentas envolvem modelos de áreas urbanas em 3D e já estão se tornando comuns em vários ramos. Segundo KOFLER (1996) um número crescente de usuários de SIGs para ambientes pedem por extensões 3D:

- i. cientistas querem simular o barulho e a concentração de calor nas grandes cidades, necessitando para tanto, de trabalhar sobre uma base em 3D;
- ii. as companhias de telecomunicação precisam de dados em 3D para calcular a propagação de ondas em ambientes urbanos;
- iii. arquitetos querem modelos realísticos de edifícios existentes para planejar outros novos e para visualizar o cenário resultante.

4.6. O CADASTRO NO PLANEJAMENTO URBANO

O cadastro tem papel fundamental no planejamento urbano, um vez que oferece as informações básicas necessárias para a elaboração de planos urbanísticos e gerenciamento de áreas urbanas. Informações que dizem respeito, por exemplo, ao número de edificações por terreno, tamanho das parcelas, uso dado à edificação, classificação da zona (residencial, comercial, industrial, etc.), número de moradores, dados sócio-econômicos a respeito dos moradores, entre outras. (BARWINSKI, 1991)

✱ Segundo LOCH (1990), o cadastro técnico urbano, além de contribuir para uma justa arrecadação de IPTU, é uma ferramenta indispensável ao controle de zoneamento, estabelecendo uma ocupação racional e desejável do solo urbano, desestimulando, dessa forma, a especulação imobiliária.

✱ A associação entre os imóveis urbanos, unidades elementares da estrutura fundiária urbana, e as características do terreno e determinados atributos especiais como paisagem, infra-estrutura e equipamentos urbanos produzem um vasto banco de dados que, apresentado na forma gráfica, pode ser facilmente manuseado por várias instituições governamentais e pela comunidade. (LOPES, 1996)

Para um controle eficiente da expansão urbana, LOCH (1994) recomenda para o cadastro e planejamento urbano, a adoção de uma base cadastral em escala grande – 1:2 000 ou 1:1 000, executada por levantamento topográfico ou aerofotogramétrico, que mostre os limites das propriedades e seu uso, além da rede de pontos de referência do

município.

Adotado como ferramenta básica nos países desenvolvidos, o cadastro técnico ainda não tem o seu valor reconhecido no Brasil. Segundo LOCH (1990), infelizmente são poucos os órgãos públicos que reconhecem a importância de um mapeamento detalhado e rigoroso como forma de controlar nosso espaço urbano.

AMORIM e SILVA (1994) enfatizam que a importância do cadastro como instrumento básico de planejamento deve-se ao acervo de dados que oferece e às suas potencialidades – além de fornecer recursos para suporte financeiro e priorizar os investimentos, proporciona elementos para o controle do zoneamento e ocupação desejável e racional do solo.

Segundo LARSSON (1991), os urbanistas de posse de informações confiáveis da realidade físico-territorial, vêem aumentar consideravelmente suas chances de obter sucesso em ações urbanísticas reguladoras. Se essas informações, organizadas sob forma de um cadastro técnico urbano, estiverem em parceria com a informática, indiscutivelmente ter-se-á a principal ferramenta para que esse objetivo seja atingido.

✱ Outro aspecto importante é a atualização do cadastro técnico urbano, já que devido à dinâmica do ambiente urbano, os dados cadastrais se desatualizam rapidamente. E com um cadastro desatualizado é impossível cumprir as funções para as quais ele foi criado, acarretando em perda de investimentos e tempo despendido em sua criação. (SOUZA et al., 1993)

5. ÁREA DE ESTUDO

5.1. LOCALIZAÇÃO

A área escolhida situa-se no centro antigo do município de São José (figura 1), distante 9 km em linha reta da capital do estado de Santa Catarina, com uma altitude de 8 metros e com a seguinte referência geográfica: latitude 27°36'22" S e longitude 48°37'47" W. Sua temperatura média anual é de 19,9° e precipitação pluviométrica entre 1.500 a 1.700 mm. Seu clima (segundo a classificação de W. Köeppen) é subtropical úmido e temperado úmido. (Fonte: IBGE, 1997)

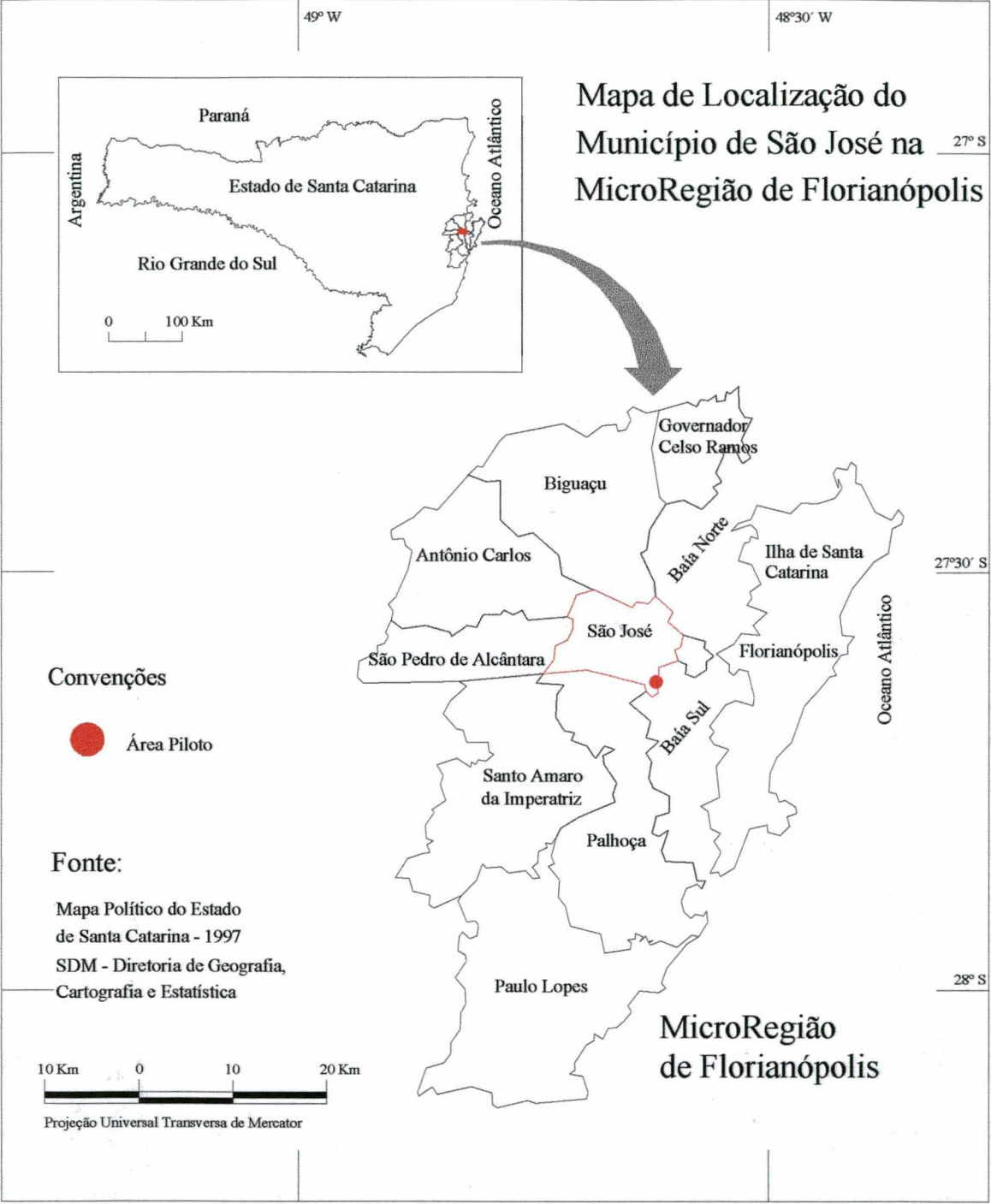


Figura 1. Localização do município de São José.
Elaborado por: Fabíola Simon Westphal.

A área piloto (figura 2) compreende três quadras e foi escolhida por apresentar edificações representativas do período colonial (figura 3) e estar com sua paisagem comprometida por edificações recentes que foram implantadas sem qualquer estudo prévio. (figuras 4, 5 e 6)

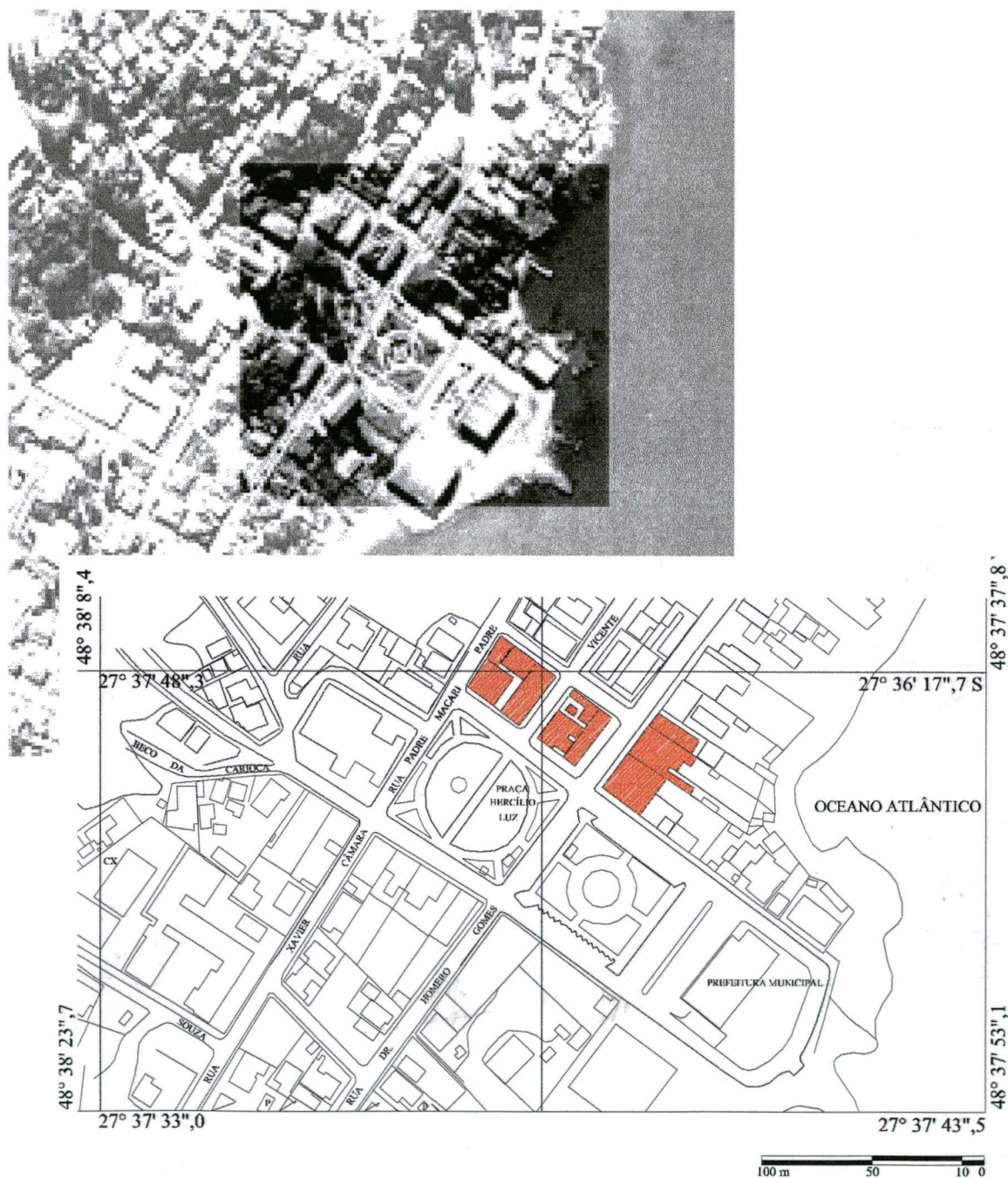
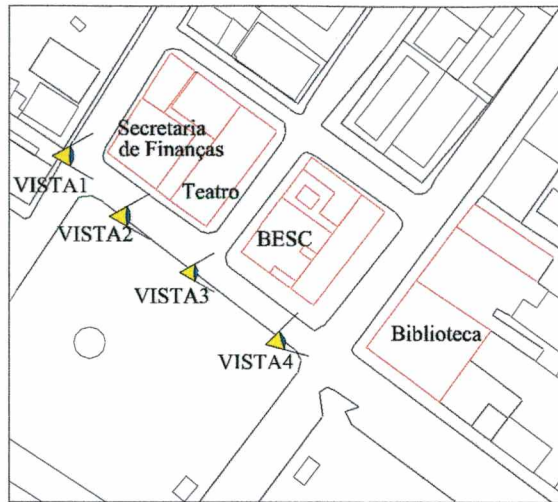


Figura 2. Área piloto situada no centro antigo do município.

Fonte: Restituição digital e foto aérea escala 1:8 000 - Prefeitura Municipal de São José, 1995.

Elaborado por: Fabíola Simon Westphal.



Posicionamento das vistas.



VISTA 1

Figura 3. As quadras ainda conservam exemplares da arquitetura colonial do século passado, como a antiga casa de Câmara e Cadeia, de 1855 (à esquerda), onde hoje funciona a Secretaria de Finanças do município. O Teatro Municipal Adolpho Mello (à direita), inaugurado em 1858, originalmente em estilo colonial, sofreu uma reforma em 1925 quando recebeu platibandas e adornos característicos da arquitetura neo-clássica.

**VISTA 2**

Figura 4. Comprometimento da paisagem devido à inclusão aleatória de novas edificações (ao centro) conflitando com as já existentes.

**VISTA 3**

Figura 5. A foto acima mostra o conflito entre a edificação histórica (à direita) - antigo Solar da Guarda Nacional construído em 1772 e onde funciona hoje o Museu Histórico e a Biblioteca Municipal, e a edificação à esquerda, que apresenta elementos singulares as demais construções do sítio, como marquises, adornos, materiais e cobertura.



VISTA 4

Figura 6. Esse trecho da Rua Gaspar Neves é um dos mais preservados do sítio. Em primeiro plano, a edificação de mais de duzentos anos, conhecida como “Solar Ferreira de Mello”, tombada pelo Estado, e ao seu lado alguns exemplares da arquitetura residencial unifamiliar do século passado onde hoje funcionam pequenos serviços e residências.

5.2. ASPECTOS GERAIS

São José possui uma área total de 114,9 km² e uma população de 151.024 habitantes (IBGE, 1997). Centro prestador de serviços e sede de pequenas e médias indústrias, São José constitui-se de três distritos: São José, Campinas e Barreiros.

A economia do município está ancorada no parque industrial localizado às margens da BR-101, e indústrias espalhadas em toda a zona urbana. O comércio também se constitui numa forte atividade, especialmente nas áreas de vendas de caminhões, veículos e material de construção.

Um fator que contribui de forma decisiva para o crescimento urbano do município, é sua localização junto à capital do Estado, exigindo passagem obrigatória por seu território para todo aquele que se dirige a Florianópolis. Por outro lado, esse é um dos motivos que provocam a saturação do tráfego local, que se faz junto a uma via federal, a BR-101.

5.3. POPULAÇÃO

Como já foi citado anteriormente, o município de São José apresenta uma população predominantemente urbana, correspondendo a 92% da sua população total. A tabela II demonstra esse aumento no número absoluto de habitantes na área urbana do município em relação à área rural, o que explica em parte o crescimento desordenado da cidade e descaracterização da área rural.

Em 1980 São José apresentou um aumento populacional de 169% em relação a 1970, tornando-se a 6^a. cidade mais populosa do Estado e 6^o. colégio eleitoral.

As estimativas da população para os anos de 97 e 98 revelam uma estabilidade no número de habitantes devido à emancipação do distrito de São Pedro de Alcântara em março de 1997. (tabela III)

Analisando esses dados, verifica-se que a tendência do município é manter o crescimento urbano em ascensão, uma vez que as áreas que mais se desenvolvem no aspecto construtivo e urbanístico estão incluídas em seu perímetro urbano e próximas de saturação (bairros dos distritos de Campinas e Barreiros).

TABELA II - População residente no Município de São José, de acordo com a situação e ano.

A N O					
1 9 8 0			1 9 9 6		
População Total	urbana	rural	População Total	urbana	rural
87.817	79.200	8.617	151.024	137.659	13.365

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 1980 e Contagem da População 1996.

TABELA III - Estimativas da população – IBGE

A N O	1997	1998
População Total	150.368	152.734

Fonte: IBGE – Estimativas 1997 e 1998.

5.4. PLANO DIRETOR

Segundo a Lei N°. 1.605, de 17 de abril de 1985, que dispõe sobre o zoneamento de uso e ocupação do território do município de São José e que compõe o plano diretor (Lei N°. 1.604/85), a área piloto para o experimento dessa pesquisa é classificada como Área de Preservação Cultural (APC). As APCs são subdivididas em outras áreas, dentre as quais Áreas Históricas (APC-4), na qual se encaixa a área piloto.

A importância da área de estudos deve-se à presença do sítio histórico e possui, de acordo com o plano diretor do município, seu uso preservado ou controlado para que seja assegurada sua existência.

Nessas áreas, segundo a Lei N°. 1.605/85, Art. 173, parágrafo 1º, a aprovação de novas construções ou de modificações das construções existentes exige uma verificação prévia da harmonia dos projetos com as construções já existentes, com respeito ao volume e altura das edificações, coberturas e prolongamentos dos telhados, relações entre cheios e vazios, proporção das aberturas (portas e janelas), materiais e cores dos revestimentos exteriores.

Essas diretrizes, segundo o parágrafo seguinte da mesma lei, não devem inibir uma concepção arquitetônica contemporânea, que pode manifestar-se na composição das fachadas, na proporção das linhas de cornijas, nos pormenores das carpintarias e na natureza dos revestimentos.

O Art. 175 Lei N°. 1.605/85 esclarece que em Área de Preservação Cultural o município, com a finalidade de preservar a área, poderá criar regulamentos especiais de ocupação.

De acordo com o Anexo 5 da Lei de Zoneamento, na APC-4 o número máximo de pavimentos permitido é dois, o índice de aproveitamento máximo (IA) é 1.00 e a taxa máxima de ocupação (TO) depende de um estudo específico que considere as

características da ocupação tradicional.

Os afastamentos frontais para a área, segundo a Lei Nº. 1.605, Art. 85, parágrafo 3º, serão iguais aos que predominam nos lotes da quadra. Os afastamentos laterais para edificações de até dois pavimentos ficam dispensados, desde que não contenham aberturas laterais (Art. 88).

Até agora, o centro histórico de São José não possui nenhum imóvel protegido legalmente pelo município.

Em 1997 começou a ser elaborado na Câmara de Vereadores um projeto de lei de tombamento, que deve abranger quinze edificações, incluindo três igrejas, o teatro municipal Adolpho Mello, a antiga Casa de Câmara e Cadeia e o casario da Rua Gaspar Neves. No entanto, esse projeto ainda não foi concluído.

Por outro lado, há duas edificações protegidas legalmente pelo Estado: o Solar Ferreira de Mello, onde funciona hoje o Museu Histórico e Biblioteca Municipal, e a Igreja Matriz.

O Solar Ferreira de Mello foi o primeiro edifício a ser tombado, em julho de 1986, pelo Decreto 29.608/07/86. A Igreja Matriz teve seu tombamento homologado em 1998, pelo Decreto 2.989/06/98.

6. MATERIAL E METODOLOGIA

6.1. MATERIAL

Para a revisão bibliográfica foi feita uma pesquisa em bibliotecas, onde se buscou material referente ao tema abordado e à área de estudo, bem como pesquisa na Internet na busca de trabalhos similares realizados em outros países. Também foi colhido material cartográfico (fotos aéreas, mapas, plantas de quadra) junto à prefeitura de São José.

Para a elaboração do modelo 3D e do ambiente virtual, foram estudados os manuais dos *softwares* utilizados, além de pesquisas na Internet sobre a linguagem VRML.

6.1.1. BASE CARTOGRÁFICA

A base cartográfica utilizada é uma restituição digital escala 1:2 000 produto de um vôo realizado em 1995 na escala 1:8 000 pela empresa AeroImagem, de Curitiba.

6.1.2. EQUIPAMENTOS

Para o levantamento fotogramétrico foram utilizados os seguintes materiais:

- i. câmara métrica Pentax PAMS 645;
- ii. filmes Ektachrome 64, 220 mm;
- iii. tripé de apoio para a câmara;
- iv. outros.

A digitalização dos diapositivos foi feita através do *scanner* ScanMaker 45t da Microtek.

O processamento das imagens foi realizado num PC Pentium MMX 200 MHz, com 32 MB de memória RAM, disco rígido de 2.1 GB, placa de vídeo Elsa Winner 4MB e monitor de 19".

6.1.3. SOFTWARES

O *software* utilizado para a digitalização dos dados foi o Adobe PhotoShop 3.0 que acompanha o *scanner* ScanMaker 45t.

Para a compressão das imagens foi utilizado o Paint Shop Pro 5.

A calibração da câmara foi feita utilizando-se um aplicativo que acompanha o PhotoModeler, o Calibrator.

O processamento dos dados foi feito no PhotoModeler Pro 3.0.

Na fase de montagem do modelo no ambiente virtual foram utilizados os *softwares* AutoCAD R13 e 3Dstudio Max.

6.2. METODOLOGIA

O trabalho divide-se, basicamente, em seis fases: (figura 7)

- i. Aquisição dos dados;
- ii. Calibração da câmara;
- iii. Processamento das imagens no PhotoModeler, AutoCAD R13 e 3DStudio Max;
- iv. Elaboração do ambiente 3D no formato VRML;
- v. Simulação de cenários;
- vi. Análises e considerações finais.

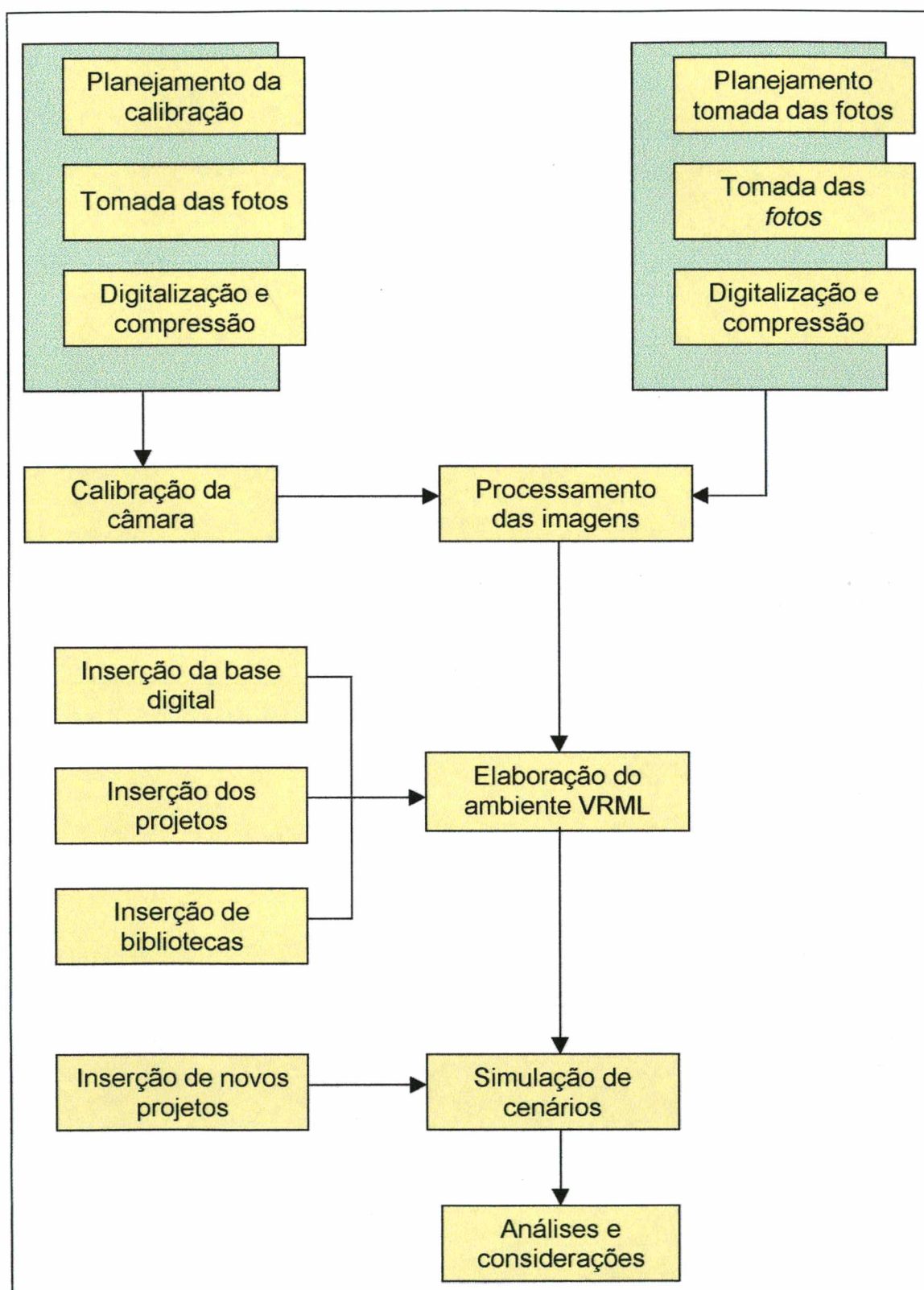


Figura 7. Esquema da metodologia aplicada.

6.2.1. AQUISIÇÃO DOS DADOS

A etapa de aquisição dos dados compreendeu o levantamento das informações necessárias para o trabalho:

- i. publicações nacionais e internacionais de congressos relacionados com o tema proposto, trabalhos similares já realizados, livros e revistas;
- ii. mapa cadastral e dados das edificações junto à Prefeitura Municipal;
- iii. base cartográfica digital (escala 1:2 000);
- iv. fotos aéreas (escala 1:8 000, de 1995);
- v. levantamento fotogramétrico terrestre com a câmara métrica Pentax.

Os procedimentos utilizados para a obtenção das imagens seguem a metodologia de trabalho de campo apresentada por MARTINS (1997), onde é utilizada a aquisição híbrida dos dados: câmara métrica analógica e posterior digitalização dos diapositivos. (figura 8)

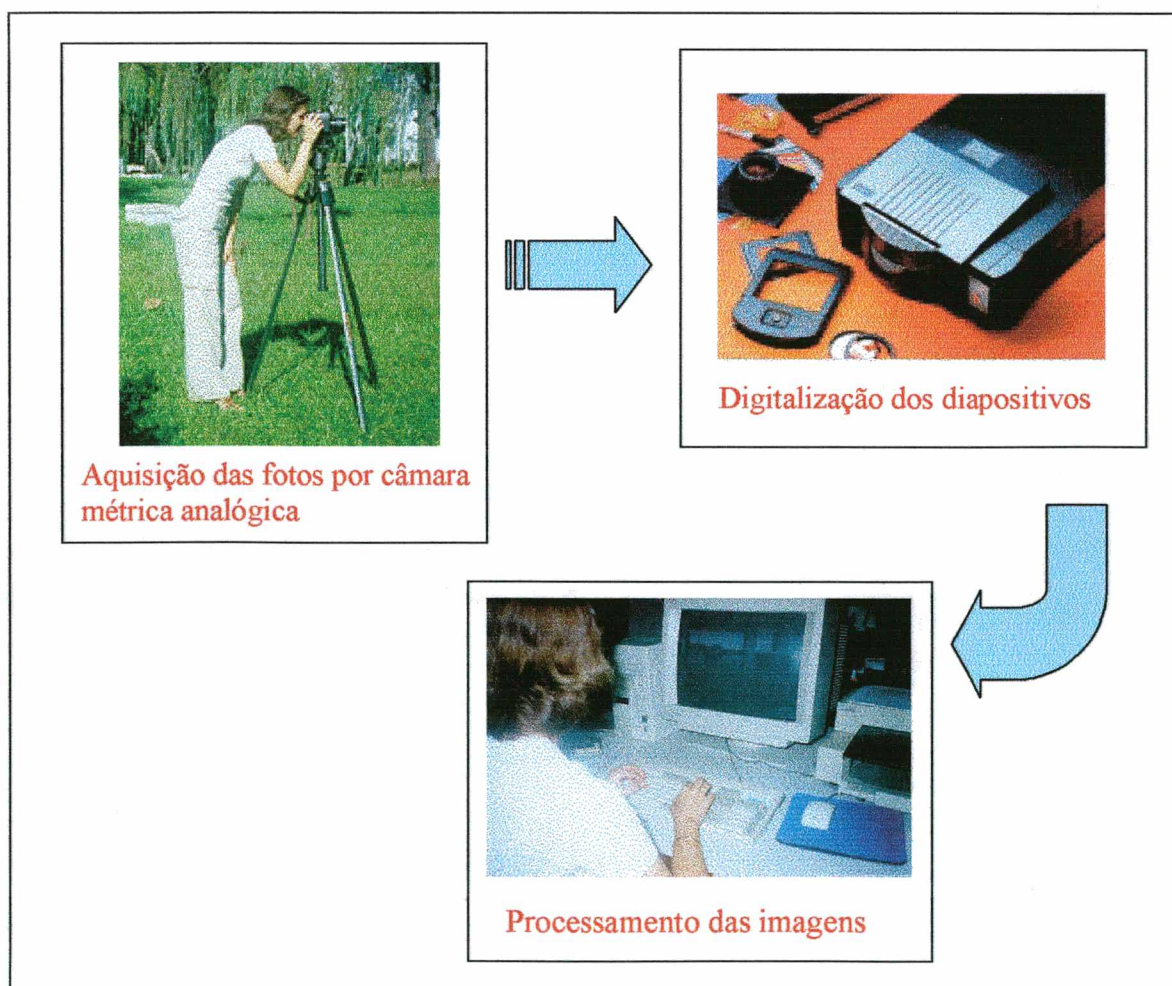


Figura 8. Aquisição híbrida dos dados.

6.2.1.1. Levantamento Fotogramétrico

Para o trabalho de campo, que consistiu da tomada das fotografias, foi realizado um minucioso trabalho de planejamento em escritório, que determinou todas as posições da câmara, considerando-se seus ângulos de abertura (horizontal e vertical), recobrimento (horizontal e vertical) das fotos, bem como a distância câmara-objeto. (figura 9)



Figura 9. Planejamento da posição de tomada das fotos.

As tomadas das fotografias foram feitas pela câmara Pentax PAMS 645 (figura 10), que é uma câmara métrica de médio formato (56 x 41,5 mm) controlada por um microprocessador. Na câmara, um dispositivo capaz de gerar vácuo mantém o filme plano no momento da tomada da foto substituindo o tradicional *réseau*. A orientação interna da câmara é conhecida *a priori*, tendo sido fornecida pelo fabricante.



Figura 10. Câmara Pentax PAMS 645 utilizada na aquisição das fotografias.

Como determinados parâmetros do sistema imageador são conhecidos: objetiva com *f-stop* (abertura do obturador) variável e supondo uma distância de 8 metros ao objeto (uma vez que a objetiva tem foco fixo para 8 metros, é nessa distância que são obtidos o maior grau de nitidez para qualquer *f-stop*) e distância focal de aproximadamente 45 mm, determinou-se previamente uma cobertura de imageamento de aproximadamente 9 x 6 m. Segundo estudos realizados por MARTINS (1997), nestas condições, após a digitalização das fotos, obtém-se uma resolução espacial no objeto de 4,10 x 3,66 mm.

Para o posterior processamento das imagens no *software* PhotoModeler é necessário que sejam tomadas, no mínimo, três fotografias convergentes recobrando uma mesma porção do objeto, sendo que duas devem formar um ângulo de 90° entre si e uma outra deve ser paralela à superfície imageada. (figura 11)

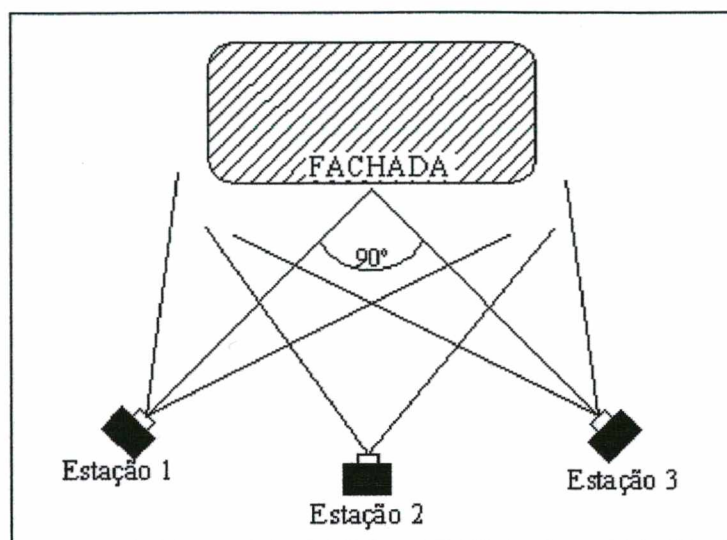


Figura 11. Esquema do posicionamento das câmaras.

A Pentax PAMS 645 utiliza apenas filmes Ektachrome 220 em rolo (30 exposições por rolo) que, por não possuir película de papel, ao contrário do filme 110, permite uma completa aderência do filme à placa do negativo no momento em que o dispositivo à vácuo é ativado. Seus ângulos de abertura são: 59° na horizontal e 41° na vertical.

Após a tomada de 90 fotografias, os filmes foram revelados sob as seguintes condições: revelação pelo processo automático E-6 (na forma de diapositivo) e secagem natural (não foi usado ar quente).

6.2.2. CALIBRAÇÃO DA CÂMARA

Calibração da câmara é o processo de determinação das características internas (ponto principal e distância focal) de uma câmara, para que então ela possa ser usada como um instrumento de medição.

A Sociedade Americana de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto define calibração como:

... o ato ou processo de determinação de certas medidas específicas na câmara ou outro instrumento ou dispositivo por comparação com um modelo, para uso na correção ou compensação de erros com finalidade de registro. (ASPRS, 1980, p. 173)

De acordo com FRYER (1996a), a calibração da câmara pode ter vários objetivos, dentre os quais:

- i. avaliação do desempenho da objetiva;
- ii. avaliação da estabilidade da objetiva;
- iii. determinação dos parâmetros geométricos e óticos das lentes;
- iv. determinação dos parâmetros geométricos e óticos do sistema de aquisição de imagens.

Apesar de ser possível utilizar os valores de coordenadas das marcas fiduciais, ponto principal e centro óptico fornecidos pelo certificado de calibração da câmara, o *software* utilizado na restituição dos dados recomenda que seja feita uma nova calibração. Para isso, vem acompanhado de um aplicativo para calibração da máquina, o Calibrator.

Juntamente com o Calibrator vem um modelo de calibração no formato de *slide* (figura 12) que deve ser projetado em uma superfície lisa e então fotografado e medido segundo as posições e distância especificados no manual.

A seguir, o filme é revelado, os diapositivos digitalizados e as imagens processadas no *software* Calibrator. (figura 13)

O *software* Calibrator calibra a câmara e o aparelho usado para converter as fotografias para o formato digital (*scanner*) como uma unidade. Se o *scanner* é trocado, então a calibração deve ser refeita.

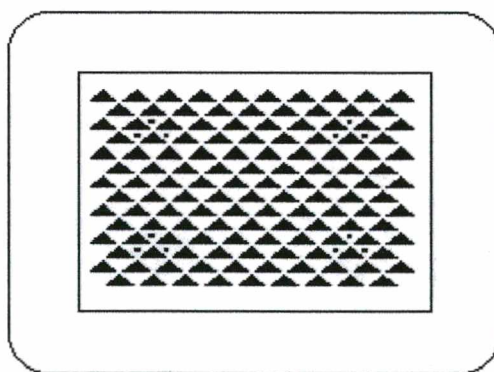


Figura 12. Modelo de calibração que acompanha o *software* PhotoModeler.

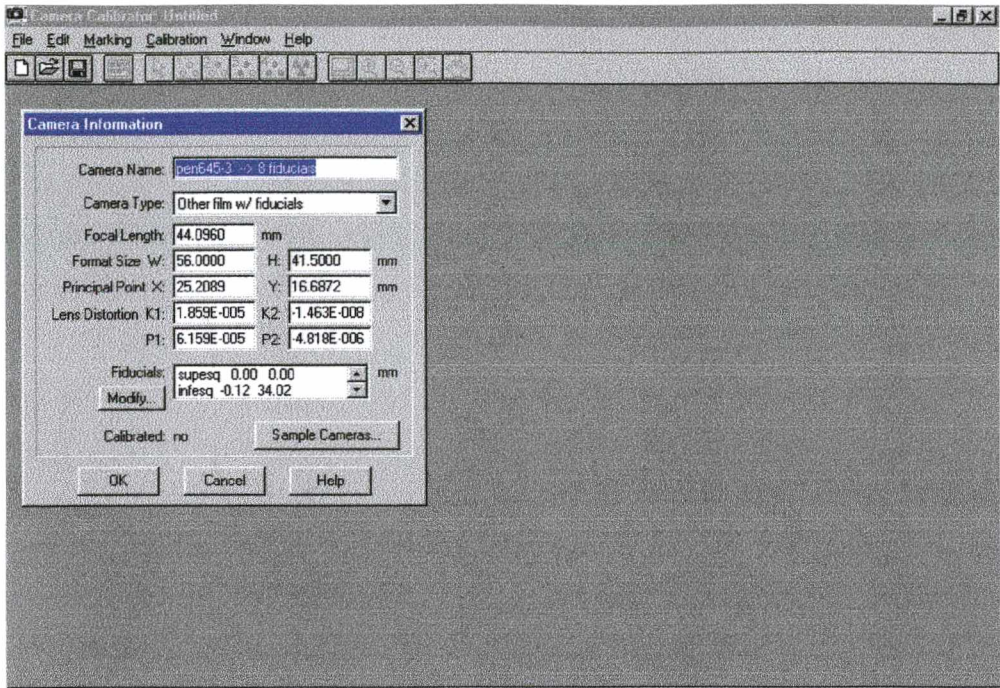


Figura 13. Tela do Calibrator com os parâmetros da câmara Pentax 645.

6.2.3. DIGITALIZAÇÃO

Scanner, segundo TOMMAZELLI e OLIVEIRA (1997), é um aparelho capaz de produzir uma imagem eletrônica a partir de um documento qualquer. Ao digitalizar um documento, o *scanner* discretiza, ou seja, divide em milhares de pequenas partes (*pixels*) que armazenam um código. Esse código informa ao computador qual o valor de cinza de cada pixel e como se conectam. A partir dessas informações o computador reconstrói o documento, transformando-o em um arquivo digital.

De acordo com CRÓSTA (1992), qualquer imagem (uma fotografia aérea, por exemplo), pode ser transformada em uma imagem digital através do processo de digitalização, que transforma uma imagem analógica (fotografias, mapas, textos, ...) em uma matriz onde cada cela (*pixel*) possui um valor de cinza proporcional à tonalidade da imagem fonte. A seguir, a matriz é convertida para um formato digital gráfico, podendo ser lida e manipulada por qualquer sistema de processamento digital.

De posse dos diapositivos da área, esses foram digitalizados em um *scanner* para filmes - ScanMaker 45t Microtek (figura 14), com resolução espacial de 25,4 x 25,4 micra (1000 x 1000 dpi) na imagem e resolução espectral de 24 bits (16 milhões de cores). O *software* Adobe PhotoShop 3.0, que acompanha o *scanner*, permite ainda que se faça o pré-processamento das imagens, alterando-se brilho, contraste, etc..



Figura 14. *Scanner* para filmes ScanMaker 45t da Microtek.

O *scanner* ScanMaker 45t é próprio para digitalização de negativos e diapositivos até o formato 121 x 121 mm e possui uma resolução ótica de 12,7 x 25,4 μm (2000 x 1000 dpi) na imagem.

6.2.4. COMPRESSÃO DAS IMAGENS

Os arquivos de imagens digitais devem ser comprimidos devido ao grande volume de armazenamento requerido. As imagens fotográficas de alta qualidade contêm muitos bits de informação, o que torna difícil seu armazenamento e demasiado o tempo consumido na sua manipulação.

Cada imagem colorida de 56 x 41,5 mm digitalizada no formato TIFF, com milhões de cores e resolução espacial de 1000 x 1000 dpi, consome aproximadamente 12 MB de memória, o que requer um espaço muito grande na memória de disco do computador.

Desse modo, a fim de minimizar o espaço de armazenamento no computador, as imagens foram comprimidas no *software* Paint Shop Pro 5 (figura 15) segundo o padrão JPEG, utilizando-se baixa compressão para evitar dano às informações. Os arquivos de imagens foram reduzidos, dessa forma, para o tamanho aproximado de 1,8 MB cada .

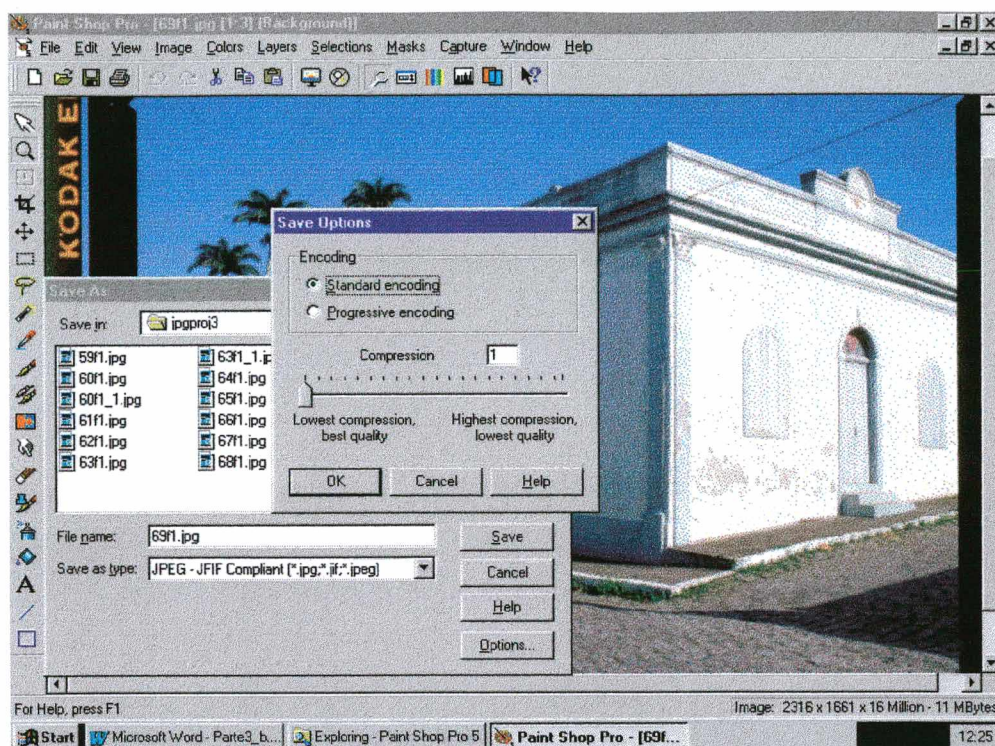


Figura 15. Tela do Paint Shop com imagem sendo comprimida no formato JPEG com baixa compressão.

O JOINT PHOTOGRAPHIC EXPERTS GROUP, ou JPEG, é um sistema de compressão que trabalha por deposição das informações mais eficientes, achando o número mínimo de bits que descreverão a informação mantendo um nível aceitável de qualidade.

No entanto, é importante salientar que, o PhotoModeler trabalha com as imagens no seu formato original, ou seja, TIFF. A compressão é feita com o intuito de não ocupar espaço na memória no que se refere ao armazenamento das imagens.

6.2.5. PROCESSAMENTO DOS DADOS NO PHOTOMODELER

O processamento das imagens é feito no PhotoModeler 3.0 (figuras 16 e 17) – um programa que extrai dados, medições e modelos 3D a partir de fotografias. Qualquer objeto que pode ser fotografado pode também ser modelado e os modelos são dimensionalmente acurados e detalhados, permitindo que medidas sejam extraídas. HANKE (s/d) realizou um estudo comparativo da exatidão obtida com o Photomodeler em diferentes situações e empregando distintas câmaras, obtendo resultados muito promissores e que indicam a aplicação do *software* para modelagem tridimensional de objetos arquitetônicos.

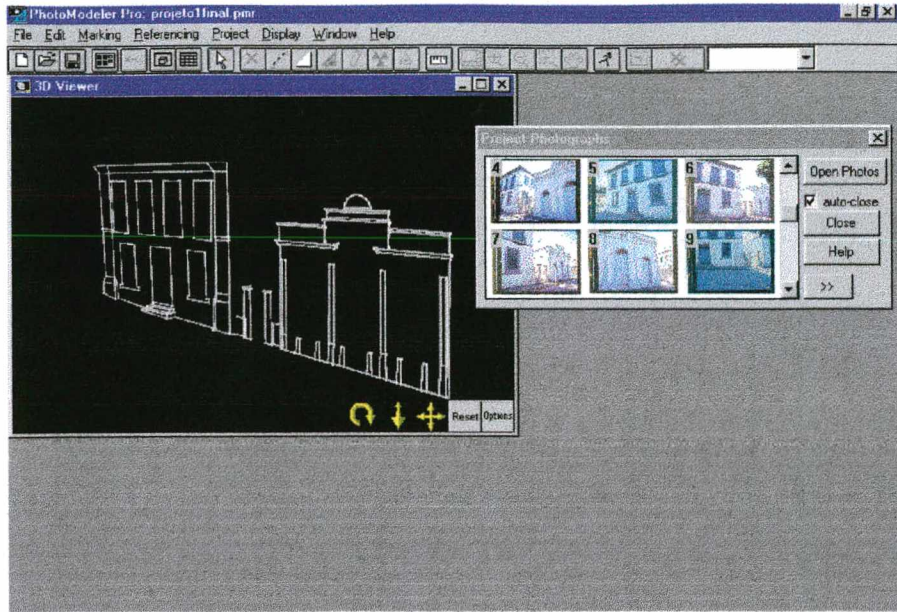


Figura 16. Tela do PhotoModeler com a janela de diálogo mostrando as imagens utilizadas no projeto e o modelo tridimensional restituído.

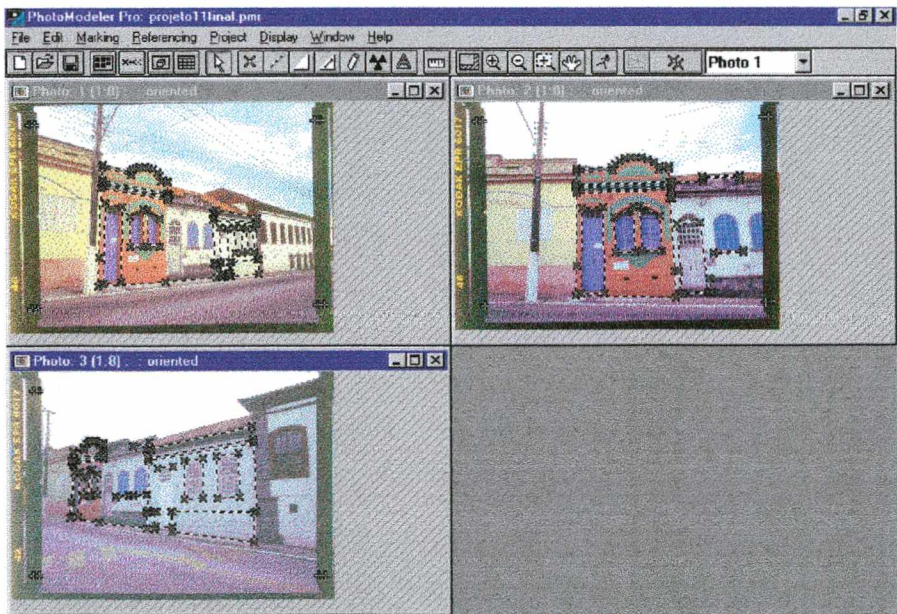


Figura 17. O PhotoModeler restitui as feições das fachadas utilizando, no mínimo, três fotografias convergentes.

O nome completo do PhotoModeler é: “sistema fotogramétrico analítico-digital convergente para curta-distância” (EOS SYSTEMS INC, 1997). O programa permite que sejam obtidos dados geométricos no espaço tridimensional a partir de imagens fotográficas, através da aplicação de formulações analíticas. O sistema é convergente na medida em que os raios que emergem do filme, passando pelo centro ótico da câmara

para duas distintas fotos imageando um mesmo ponto cruzam-se no espaço. Apesar de parecer um pouco complicado, na realidade, a maior qualidade do PhotoModeler é oferecer capacidades poderosas da fotogrametria para não-fotogrametristas em um ambiente Windows fácil de usar.

Outra qualidade do *software* é o fato de possuir arquivos de apoio *on-line (Help)* muito bem estruturados, contendo tutoriais que simplificam o entendimento dos procedimentos que devem ser executados.

O processo de retificação no PhotoModeler ocorre em conjunto com a restituição, que é o resgate das feições do objeto. Ao mesmo tempo em que se está restituindo a edificação, o PhotoModeler está ajustando o modelo a um sistema de projeção ortogonal. Uma melhor descrição destes processos podem ser encontrada em MARTINS (1997).

No campo da arquitetura e planejamento, o *software* PhotoModeler pode ser usado para:

- i. documentar estruturas antigas para preservação e conservação;
- ii. gerar modelos espaciais tridimensionais para visualização e estudos;
- iii. gerar desenhos de elevação de estruturas existentes;
- iv. gerar ortofotos de fachadas;
- v. produzir modelos espaciais foto-texturados.

Depois do modelo ser produzido, medições podem ser obtidas através da ferramenta “measure”(figura 18), e o modelo pode ser exportado para programas de edição tipo CAD, bem como para visualização, como a Linguagem para Modelagem de Realidade Virtual - VRML. (EOS SYSTEMS INC, 1997)

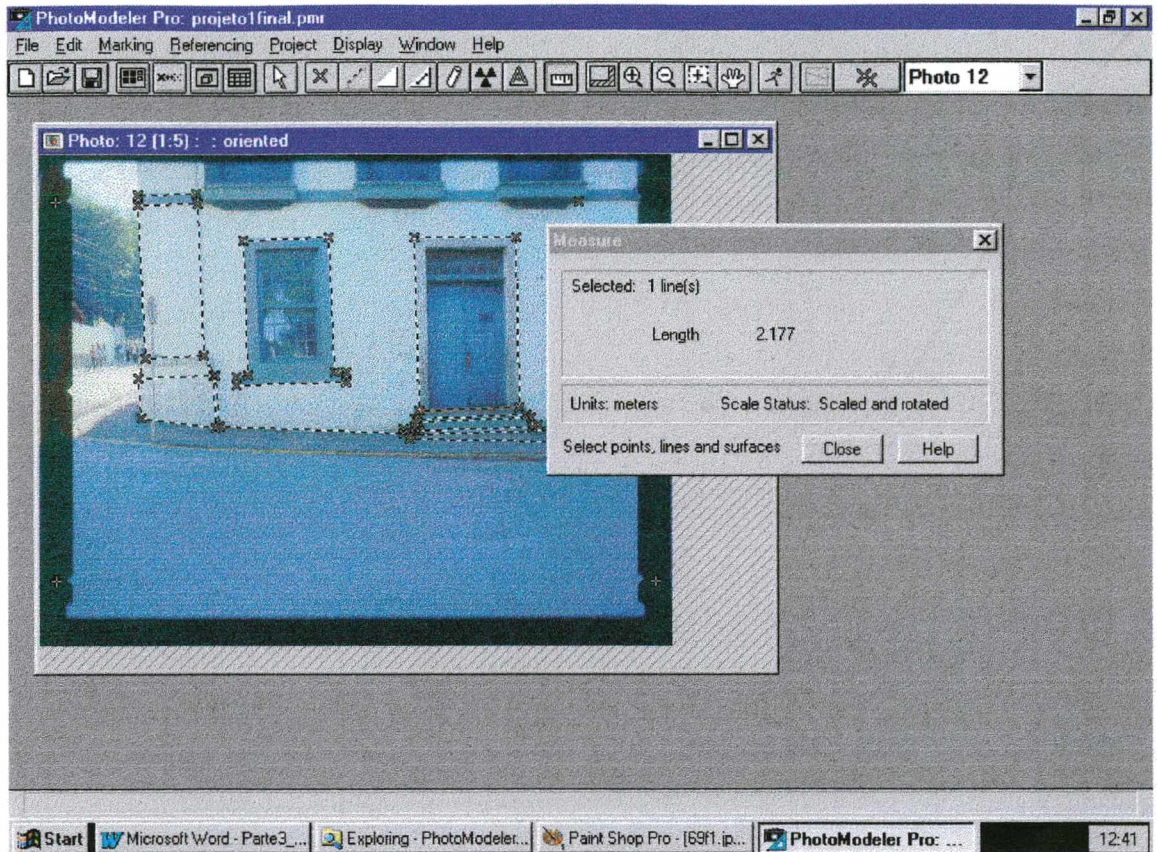


Figura 18. O PhotoModeler possui uma ferramenta que permite extrair medidas diretamente de feições que foram restituídas.

É importante salientar que o objetivo do trabalho não consiste na obtenção de medidas e, sim, da extração de um modelo espacial, o mais próximo possível da realidade. Por isso, o PhotoModeler está sendo usado sem o auxílio de dados de entrada de outras fontes, como, por exemplo, pontos de controle medidos com Estação Total.

Mesmo assim, algumas feições das fachadas foram medidas em campo, utilizando trena somente com o intuito de compará-las com as medidas obtidas no PhotoModeler com a ferramenta “measure”. (Tabela IV)

TABELA IV - Medidas realizadas com trena e com a ferramenta de medição no PhotoModeler.

Medida com trena (m)	Medida no PhotoModeler (m)	Diferença (trena – PhotoModeler) (m)
2.28	2.216	0.064
1.76	1.716	0.044
7.49	7.441	0.049
2.66	2.577	0.083
8.13	7.869	0.261
4.34	4.357	0.017
1.56	1.592	0.032
4.04	4.126	0.086
4.98	4.954	0.026

Observa-se na tabela IV, que as diferenças obtidas são toleráveis, segundo o objetivo do trabalho.

Em estudos que exijam medições precisas das edificações (por exemplo, para intervenções ou restaurações), é recomendável que se trabalhe com pontos de controle, que são marcas fixadas nas fachadas das edificações e medidas com equipamentos topográficos (geralmente Estação Total).

Os valores medidos desses pontos podem ser inseridos no PhotoModeler durante o processamento das imagens com o objetivo de ajustar o modelo, ou no final dos trabalhos a fim de realizar estudos comparativos de acurácia.

Como o PhotoModeler apresenta erros ao trabalhar com muitas imagens ao mesmo tempo, optou-se por dividir a área piloto em onze projetos (figura 19), sendo que cada um representa ou uma face de quadra, ou um conjunto de fachadas.

Dessa forma, cada face de quadra foi fotografada e suas imagens processadas como um projeto no PhotoModeler. Cada projeto utilizou, em média, dez imagens.

Maiores detalhes sobre a restituição das fachadas podem ser vistas no Anexo A.

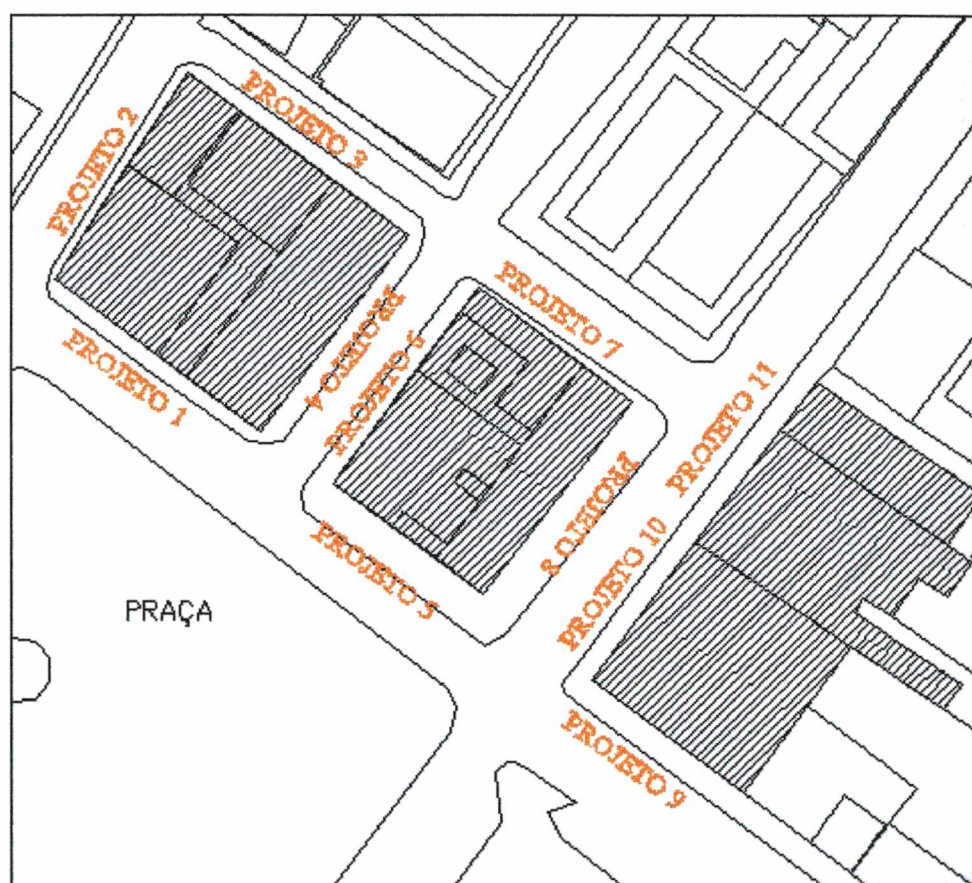


Figura 19. Divisão da área de estudo em onze projetos, cada um referente a uma face de quadra ou conjunto de fachadas.

6.2.6. INTERFACE COM OS SOFTWARES AUTOCAD E 3DSTUDIO MAX

É importante salientar que não foram usadas imagens aéreas da área de estudo na restituição. Dessa forma, para se obter os telhados e outras faces da edificação foi necessário realizar uma interface com outros *softwares* CAD, como o AutoCAD R13 e 3DStudio Max. (figuras 20 e 21)

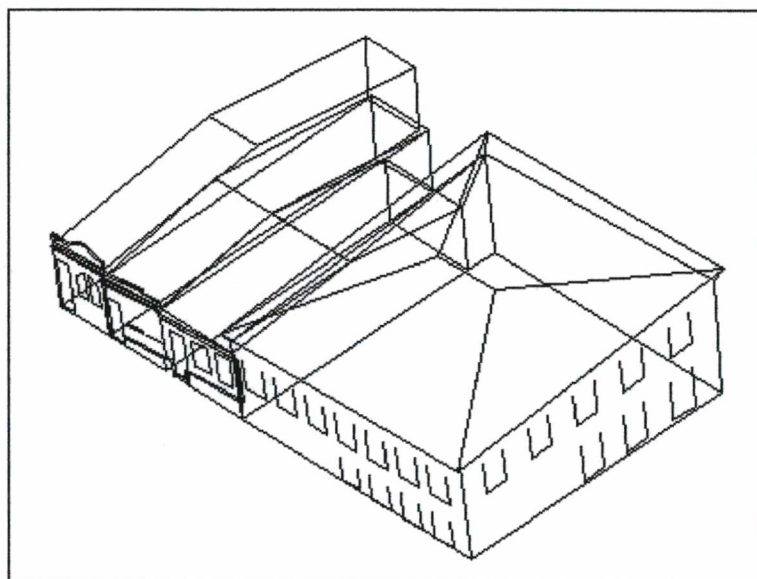


Figura 20. Os telhados e faces limítrofes das edificações foram concebidos no *software* AutoCAD R13.

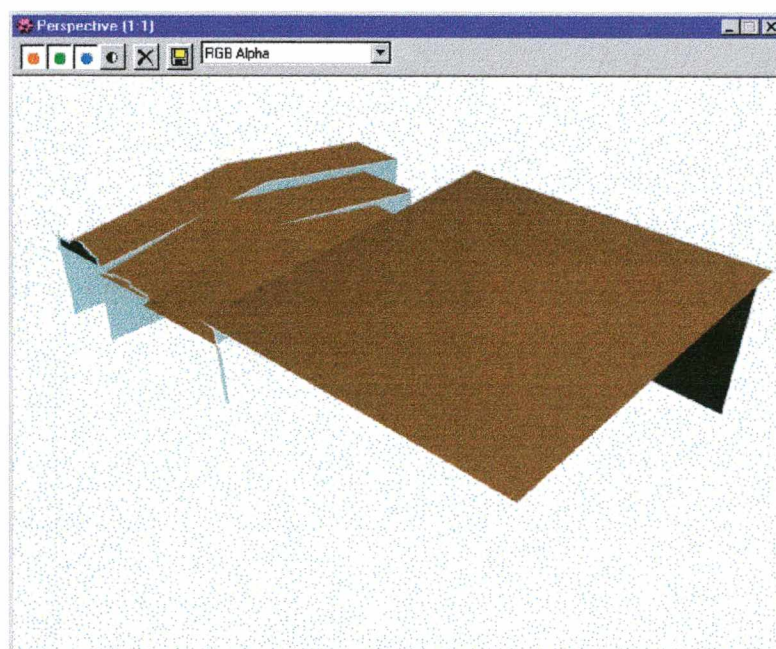


Figura 21. A textura dos telhados e paredes foram aplicados no *software* 3DStudio Max.

Maiores detalhes sobre a interface entre os *softwares* PhotoModeler, AutoCAD e 3DStudio Max podem ser vistos no Anexo B.

6.2.7. CONSTRUÇÃO DO AMBIENTE VIRTUAL E SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS

1º Passo - Inserção das edificações no ambiente virtual

Após a restituição de todas as quadras no PhotoModeler e findos seus acabamentos nos *softwares* AutoCAD R13 e 3DStudio Max, seus arquivos foram exportados no formato WRL de modo a serem visualizados em um *Browser* para Internet equipado com *plug-in* para essa linguagem (no caso, o Cosmo Player 2.1). Nesse ambiente, é possível rotacionar e mover qualquer objeto tridimensional definindo a direção do movimento com o mouse. (figuras 22, 23, 24 e 25)

As edificações são implantadas no ambiente segundo as coordenadas extraídas da base digital.

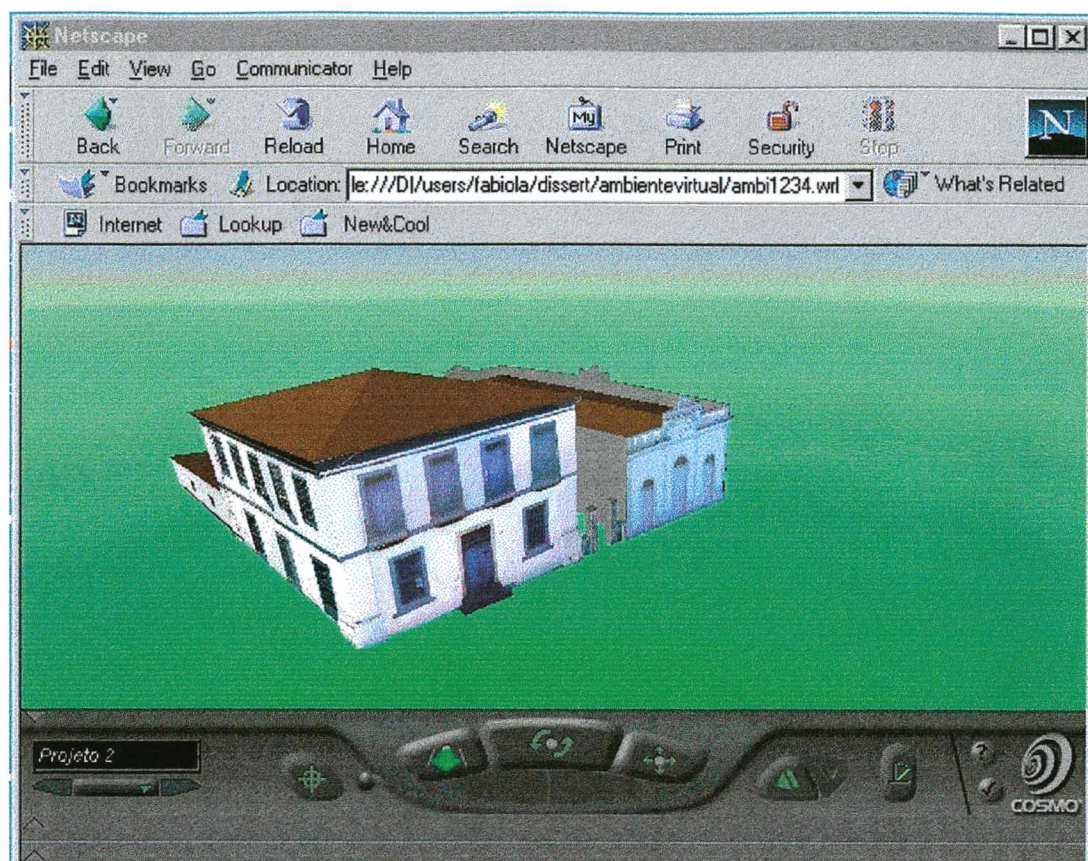


Figura 22. Modelo restituído com textura foto-realística e manipulado no Cosmo Player. Nessa posição, pode-se ver a Secretaria de Finanças e o Teatro Municipal de São José. Essa quadra é referente à restituição dos projetos 1, 2, 3 e 4 no PhotoModeler.



Figura 23. Acima a mesma quadra vista de outro ângulo no Cosmo Player 2.1.

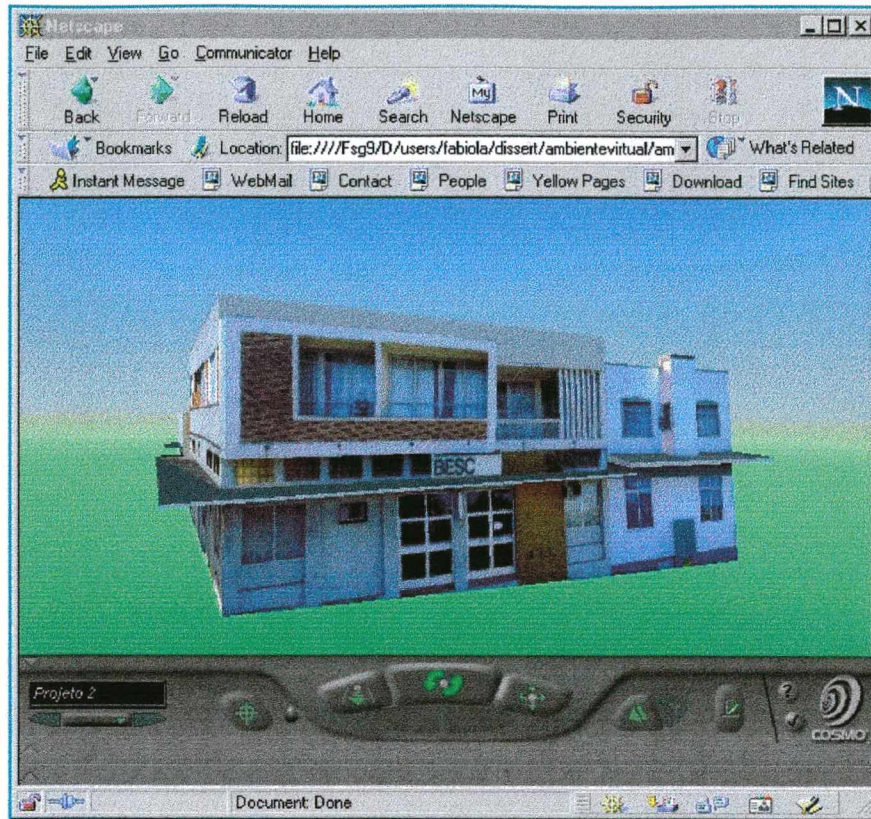


Figura 24. Acima a quadra referente aos projetos de 5, 6, 7 e 8 restituídos no PhotoModeler. Essa quadra é a determinada para sofrer as simulações.

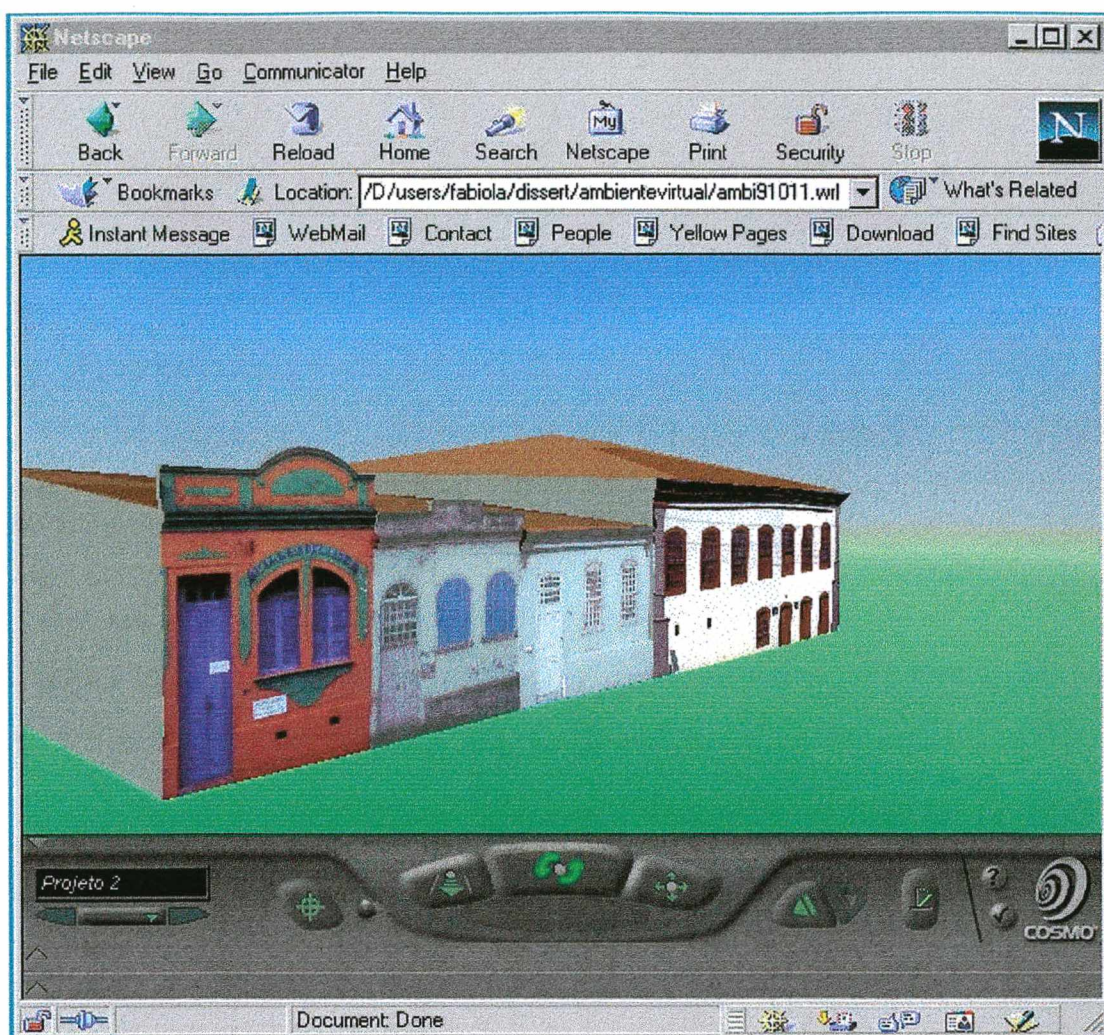


Figura 25. Acima a quadra referente aos projetos de 9, 10 e 11 restituídos no PhotoModeler. À direita pode-se ver o “Solar Ferreira de Mello”, edificação tombada pelo Estado e que hoje abriga o Museu Histórico e a Biblioteca Municipal de São José. Esse é um dos trechos mais preservados do sítio histórico.

VRML é o acrônimo para Linguagem de Modelagem da Realidade Virtual e consiste de um formato de arquivo para descrever mundos e objetos tridimensionais em interação, definido pela ISO/IEC 14772-1:1997. A VRML adicionou a componente “z” à conhecida linguagem HTML, para programação de ambientes na Internet permitindo, dessa forma, ser referenciado a qualquer sistema de coordenadas conhecido. (WESTPHAL et al., 1998)

O arquivo da VRML é em ASCII e possui extensão .WRL podendo ser editado em qualquer editor de texto e sua estrutura é bastante simples e fácil de ser manipulada. (figura 26)

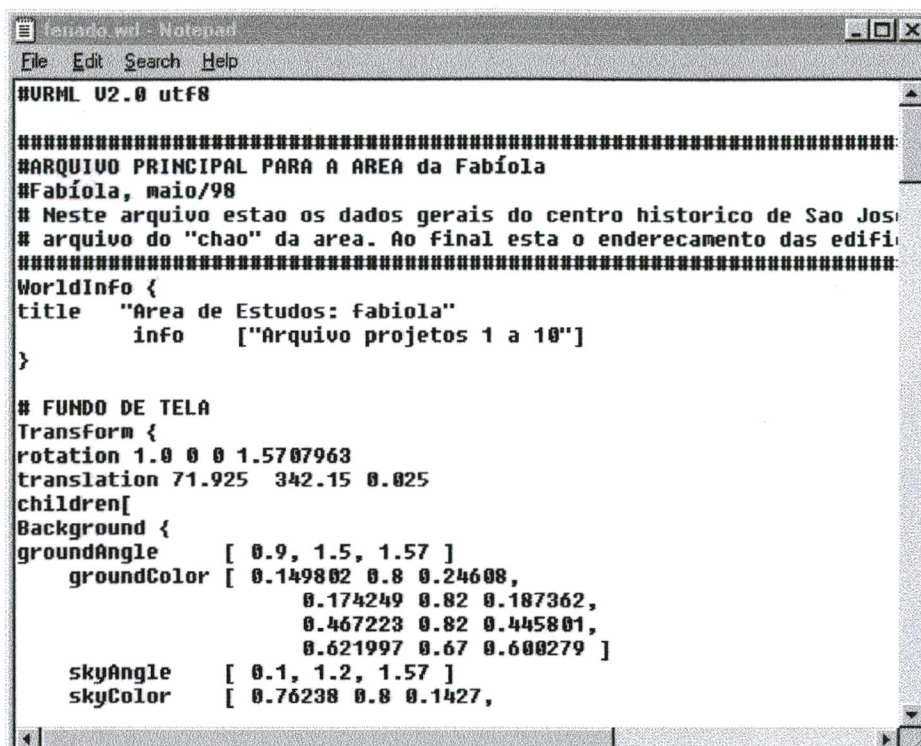


Figura 26. Trecho da estrutura de um arquivo .WRL editado no Notepad.

Como o ambiente virtual em VRML permite uma associação com o sistema de coordenadas (no caso, UTM), é possível a inserção de qualquer objeto na posição exata correspondente a sua realidade.

Segundo GOEDERT (s/d), a principal característica da realidade virtual é a imersão de seu usuário em um ambiente simulado por computador. Para produzir a ilusão de se estar em uma realidade alternativa, o ambiente virtual deve ser composto de sólidos tridimensionais (nesse caso, as edificações restituídas no PhotoModeler), fontes de luz, sombras e um modelo de iluminação o mais próximo da realidade.

2º Passo - Tratamento da base digital

Como foi dito anteriormente, a prefeitura de São José possui sua base cartográfica em formato digital, extensão .DWG e escala 1:2 000. Nessa base estão restituídas as curvas de nível, ruas, quadras e parcelas, contorno das edificações, alguns equipamentos urbanos, entre outros. (figura 27)

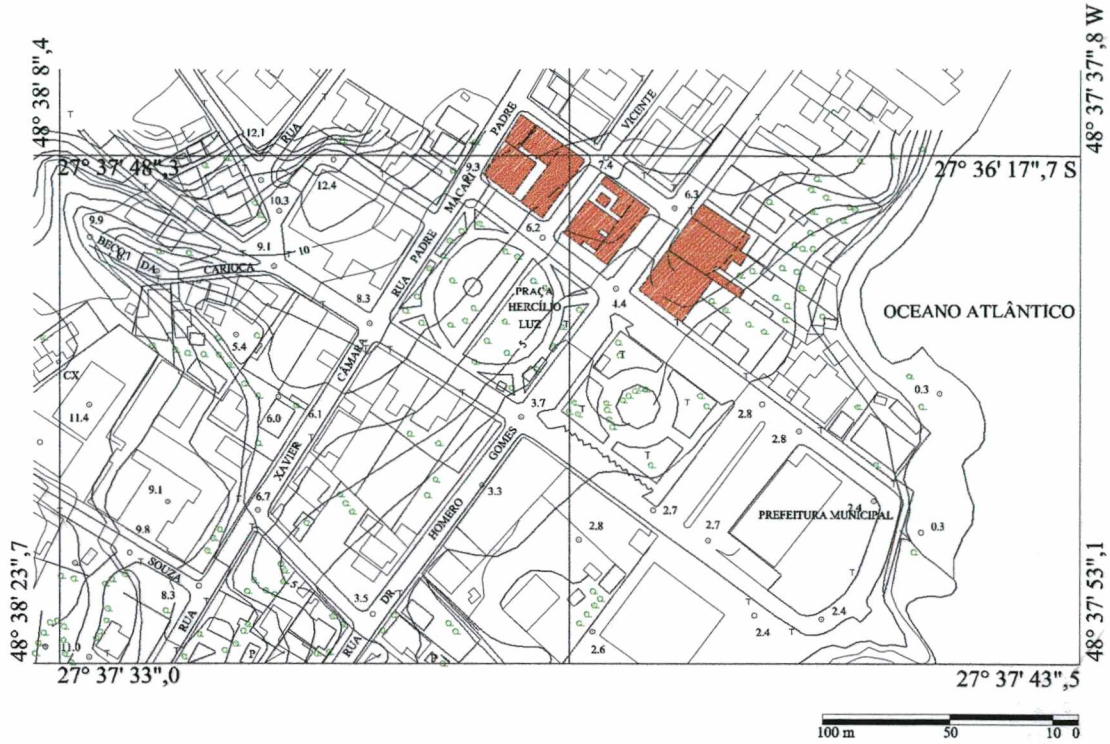


Figura 27. Trecho da base digital do município de São José com a área de estudo.
 Fonte: Prefeitura Municipal de São José – Gabinete de Planejamento, 1995.

Antes de ser exportada para o ambiente VRML, a porção da base digital, contendo a área de estudo, teve alguns elementos transformados em faces tridimensionais, como ruas, passeios, praças, interior das parcelas e edificações que compõem o entorno. Isso foi realizado com o intuito de proporcionar ao usuário uma sensação mais próxima o possível da realidade da área.

O tratamento da base digital foi realizado no AutoCAD R13 e 3DStudio Max. (figuras 28 e 29)

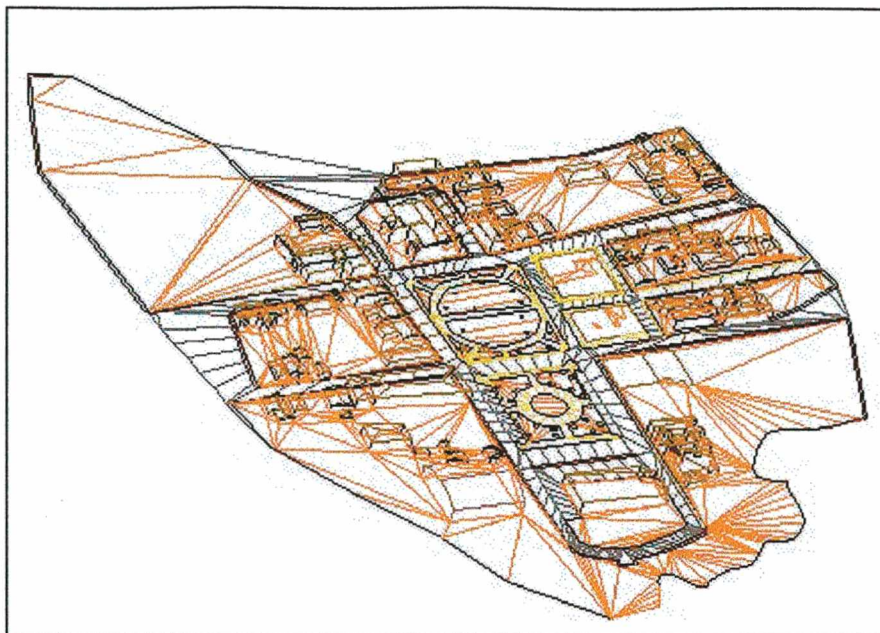


Figura 28. No AutoCAD os elementos são transformados em faces 3D para que possam receber textura no 3DStudio.

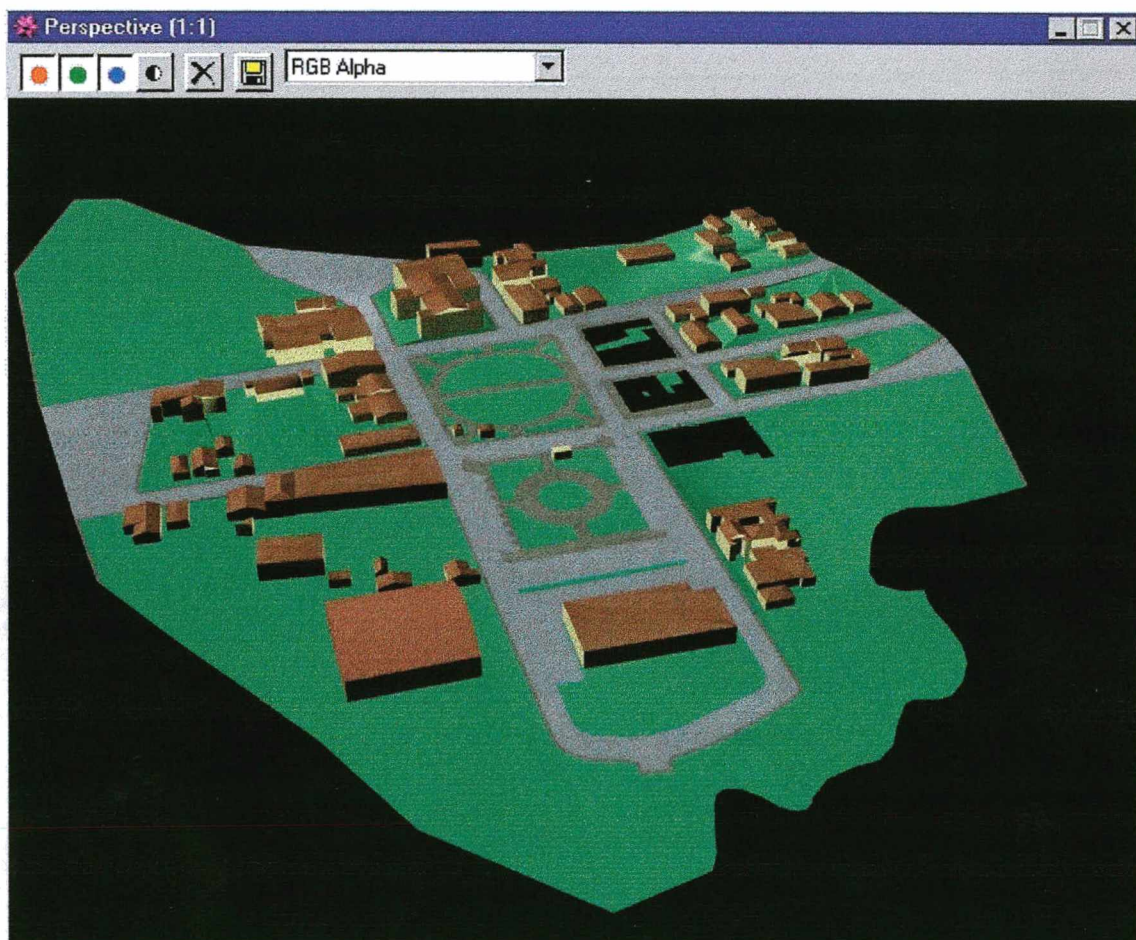


Figura 29. Visualização da área no 3DStudio com as 3Dfaces e blocos das edificações com textura *raster*.

A seguir a base foi exportada no formato .WRL para ser visualizada no cenário virtual. (figura 30)

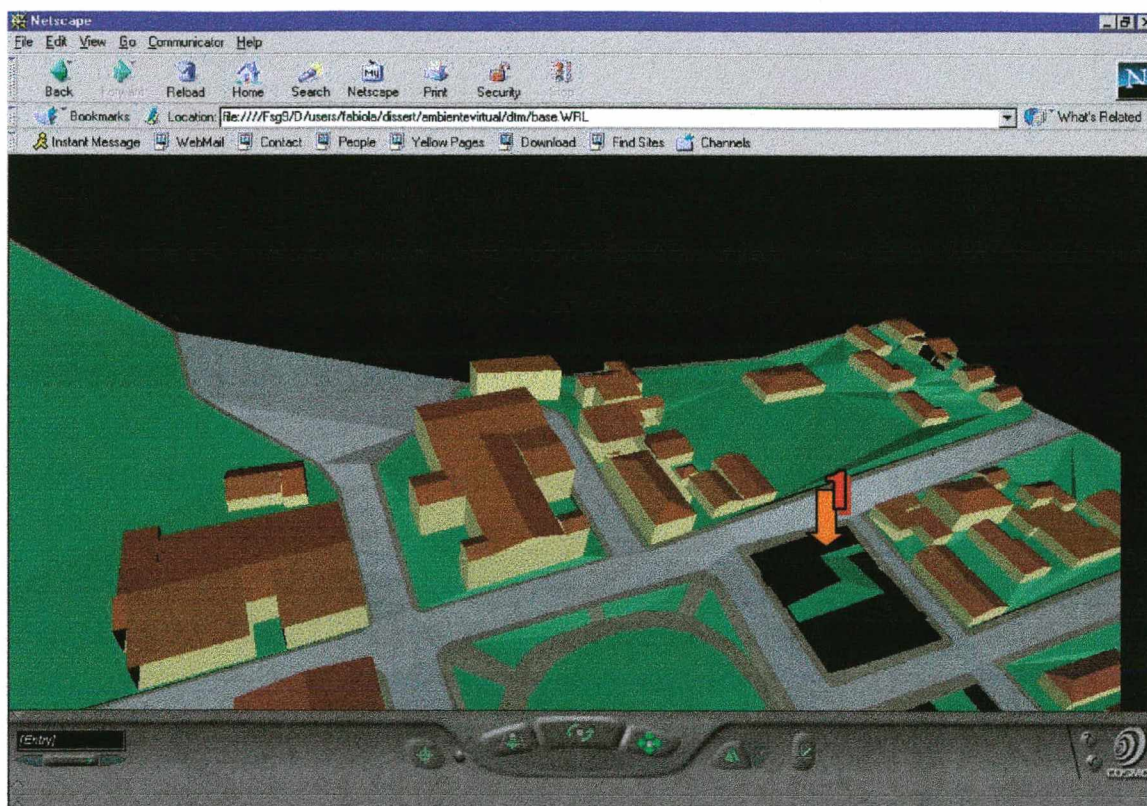


Figura 30. Base digital visualizada no Cosmo Player 2.1 e com as edificações de entorno também no formato tridimensional. As partes pretas (1) representam o local de implantação das edificações restituídas no PhotoModeler.

É importante esclarecer, que apesar do VRML ser uma linguagem fácil de ser utilizada, não se descobriu a forma de melhorar o posicionamento dos focos de iluminação nos cenários. Infelizmente, esse foi um aspecto que prejudicou a interpretação das imagens, como será visto ao longo do trabalho.

3º Passo - Inserção de bibliotecas de equipamentos urbanos

O ambiente virtual vai sendo implementado com a inserção de bibliotecas de equipamentos urbanos (poste, telefone público, bancos de praça, etc.) ao seu arquivo VRML. (figura 31)

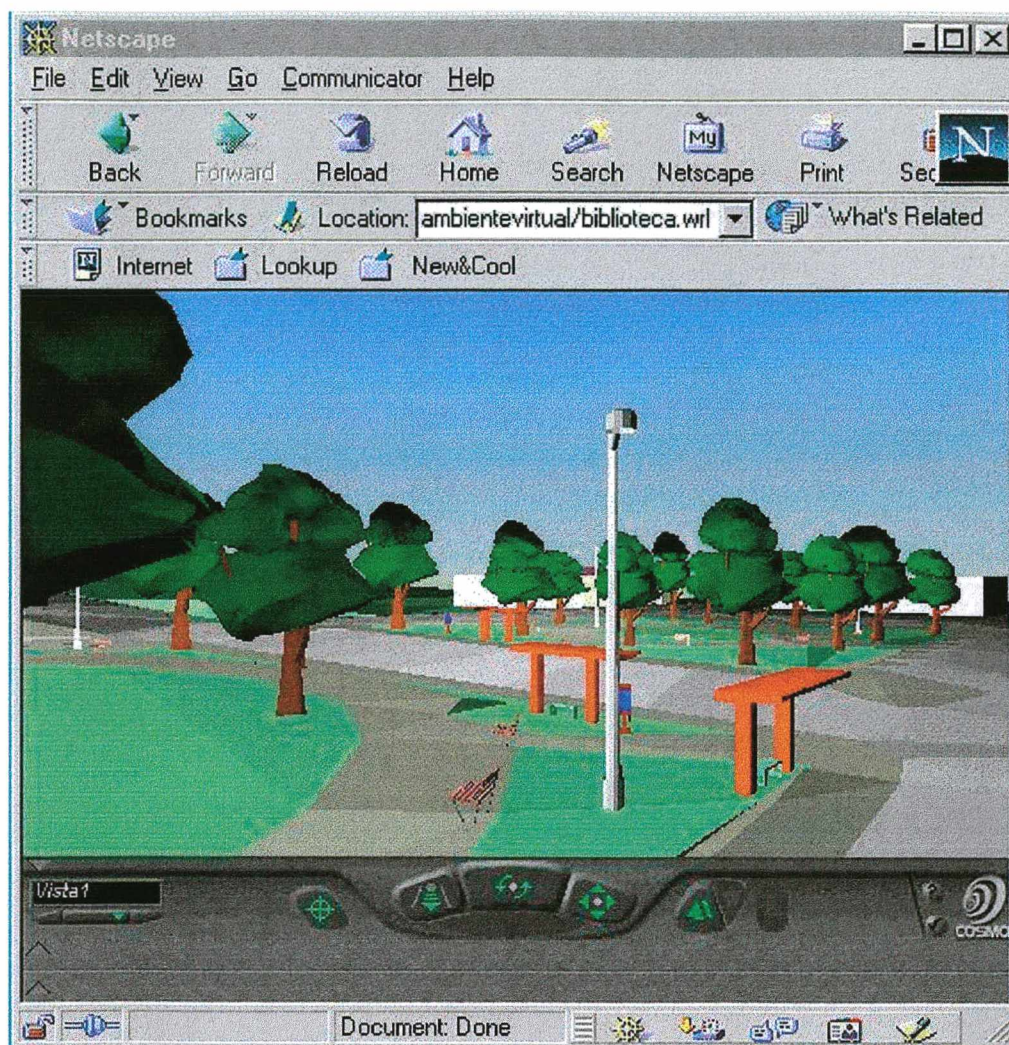


Figura 31. Ambiente VRML com a inserção dos arquivos de bibliotecas: postes, bancos de praça, pontos de ônibus, telefones públicos e árvores.

Infelizmente, devido à capacidade de memória limitada do computador, ao unir as edificações modeladas com a base e as bibliotecas, ocorreram problemas de manipulação do cenário (tornou-se muito lento) e texturas foto-realísticas da edificações restituídas, cores e luzes. (fig 32)

Desse modo, todas as imagens dos cenários exibidas no trabalho não apresentarão as bibliotecas (árvores, bancos de praça, pontos de ônibus e telefones públicos).

Também ocorreram problemas em relação à iluminação do ambiente, o que dificultará, em parte, a interpretação de algumas imagens.

Como a proposta do trabalho conta com a visualização dos cenários diretamente no computador, deve-se ressaltar a importância de implementação de *hardware*, de forma a exibir um resultado superior ao atingido.

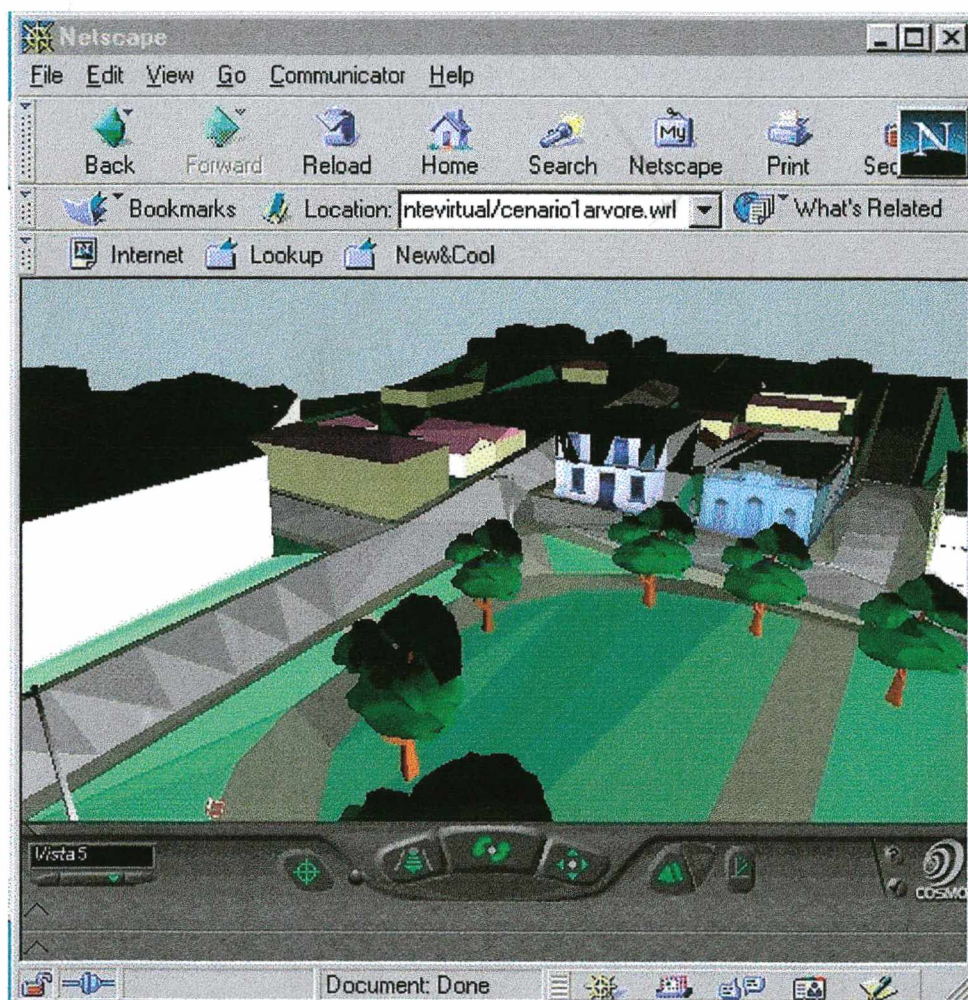


Figura 32. Ao se inserirem as bibliotecas no arquivo VRML, ocorreram problemas com as texturas foto-realísticas e raster, e com as luzes e cores empregadas.

4º Passo - Visualização do cenário representativo da realidade

Com o término da implementação da base digital, são inseridos os modelos 3D restituídos no PhotoModeler no ambiente VRML fornecendo, dessa forma, a visualização do cenário virtual representativo da situação atual em que se encontra a área de estudo. (figuras 33, 34, 35)

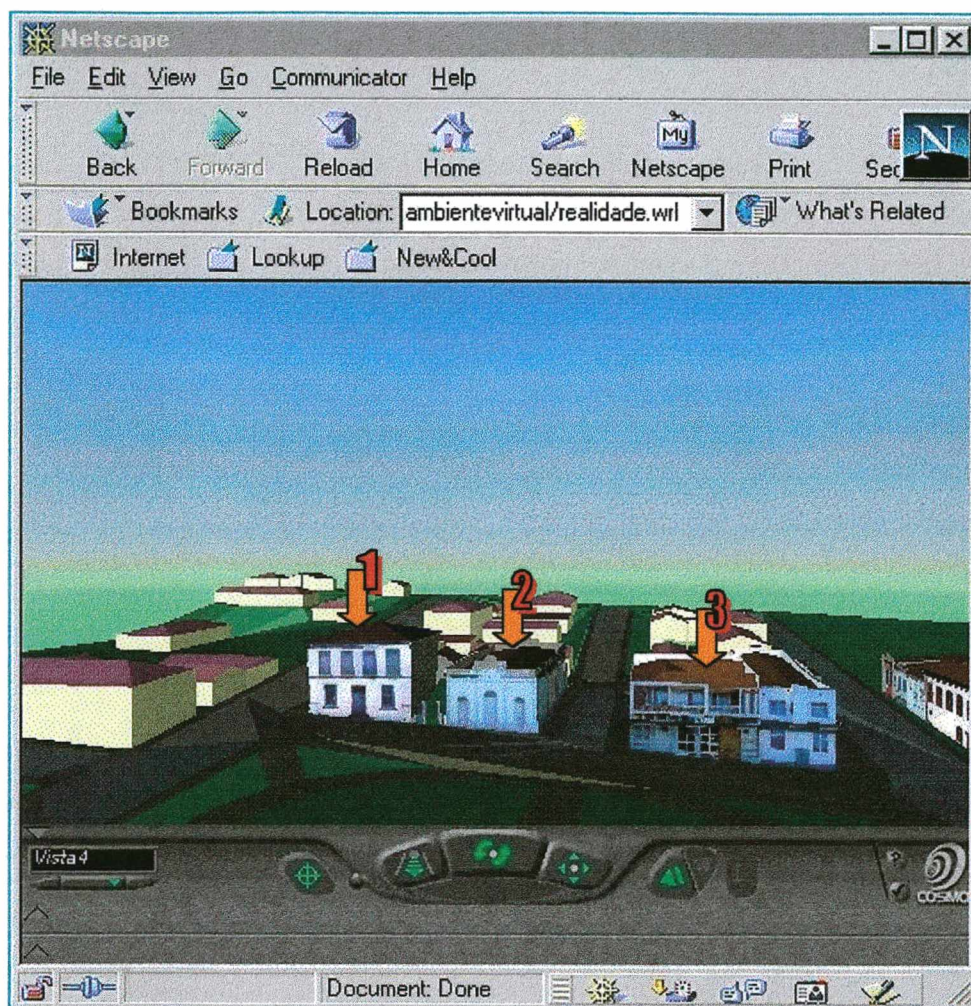


Figura 33. Vista da área com as edificações restituídas no PhotoModeler com textura foto-realística. À esquerda pode-se observar a Secretaria de Finanças (1) e o Teatro Municipal Adolpho Mello (2) e ao lado, a quadra vizinha que sofrerá a intervenção (3). As demais edificações do entorno foram transformadas em blocos no AutoCAD, com gabarito e telhado de acordo com o observado em trabalho de campo e textura no 3DStudio.

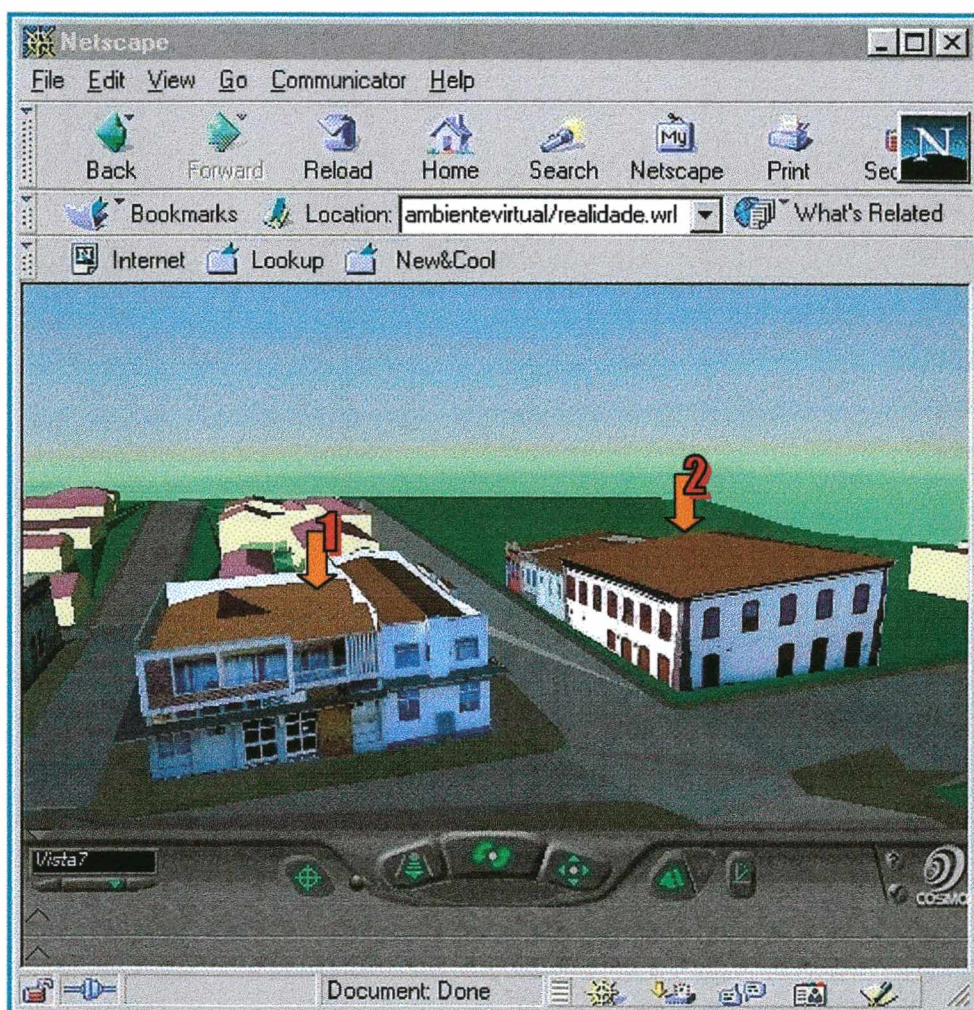


Figura 34. À esquerda, a quadra que sofrerá a simulação (1) e do outro lado da rua, o Solar Ferreira de Mello (2), tombado pelo Estado.

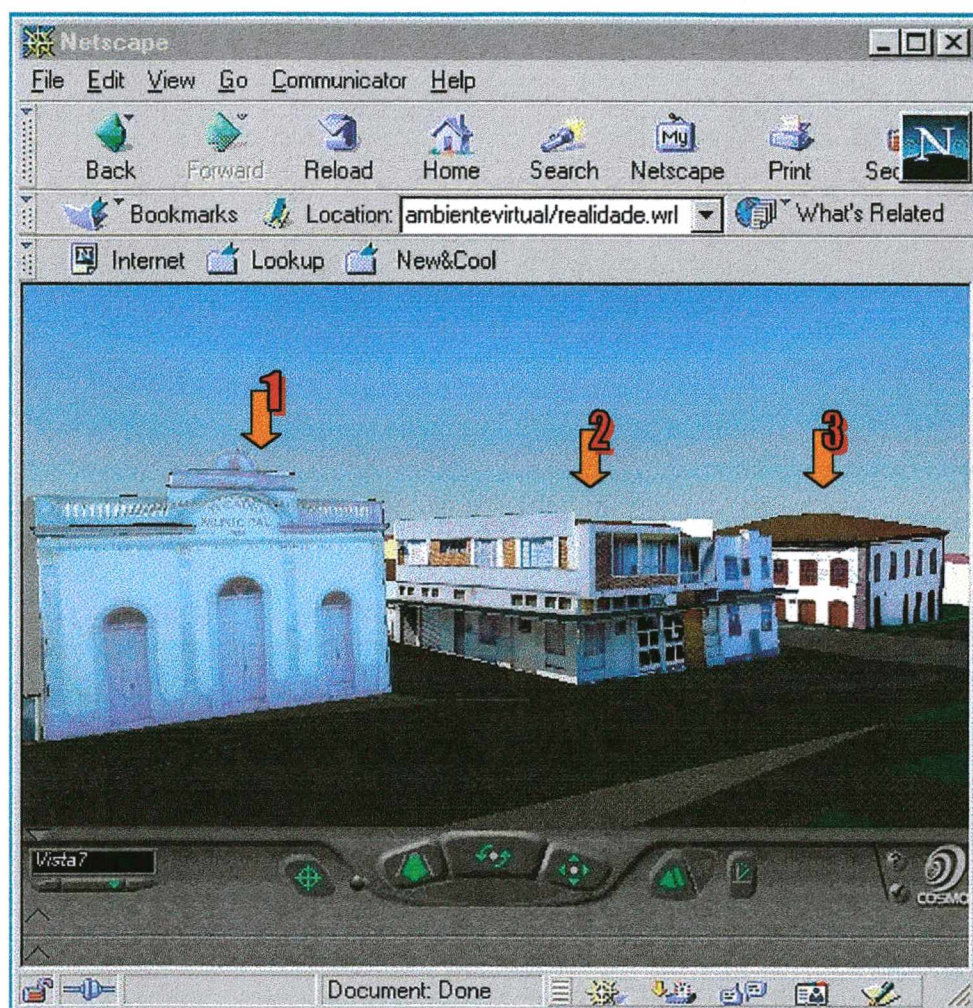


Figura 35. Em primeiro plano o Teatro Municipal Adolpho Mello (1); a seguir a quadra que sofrerá a intervenção (2) e o Solar Ferreira de Mello (3).

5º Passo - Simulação de cenários

Nessa etapa são inseridos novos projetos de edifícios na quadra previamente determinada para sofrer as simulações. (figura 36)

É importante salientar que foram escolhidos para essas simulações projetos aleatórios, com o principal intuito de fornecer resultados bastante diferentes entre si, permitindo testar a flexibilidade da ferramenta, no auxílio ao planejamento. As conclusões a respeito da adequação ou não do novo projeto à área atual, fica a critério do leitor.

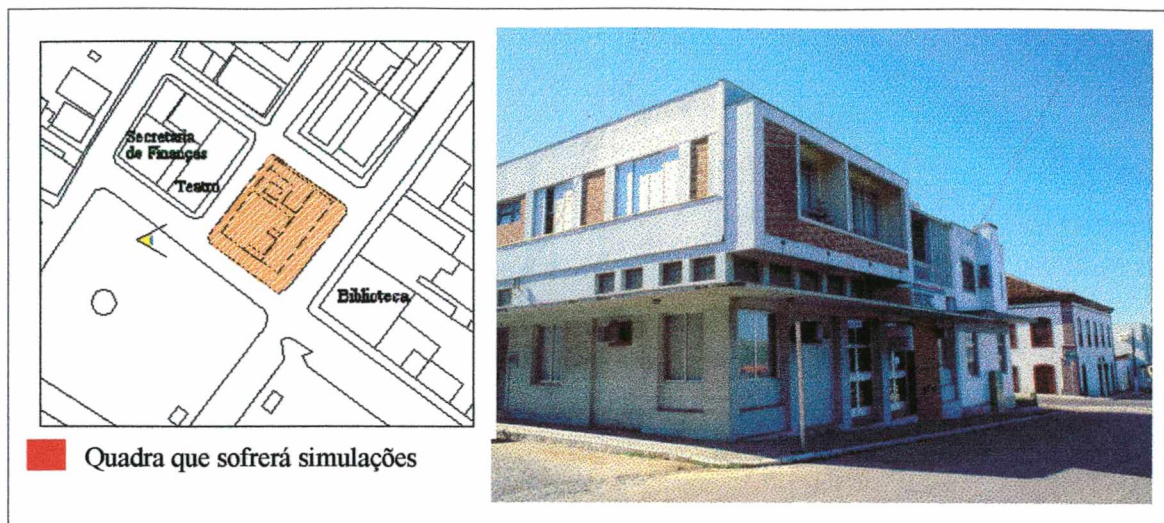


Figura 36. Área de estudo com a quadra determinada para sofrer as simulações e foto tirada no local.

Essa quadra foi escolhida por apresentar uma arquitetura indefinida, decorrente de reformas sequenciais sem qualquer critério de avaliação em relação ao entorno pré-existente. A quadra constitui-se de três edificações com usos específicos: em uma funciona uma agência bancária; em outra, serviços e residência e na última, também uma residência.

Por apresentar três edificações independentes, cada qual com seu estilo e funções próprias, observa-se conflito não só com o entorno, mas também entre elas, em relação a materiais de revestimento, volumetria, cores e outros equipamentos de acordo com seu uso (como, por exemplo, aparelhos de ar-condicionado e letreiros dispostos ao longo das fachadas).

Por esses motivos, considerou-se para as simulações, a implantação de um projeto único na quadra. Por se tratar de uma área consideravelmente pequena (33 x 28 m), é mais suscetível obter bons resultados com a implantação de um só projeto obedecendo às normas do plano diretor e respeitando a arquitetura colonial do sítio.

Foram feitas três simulações, mostradas a seguir em imagens capturadas do Netscape.

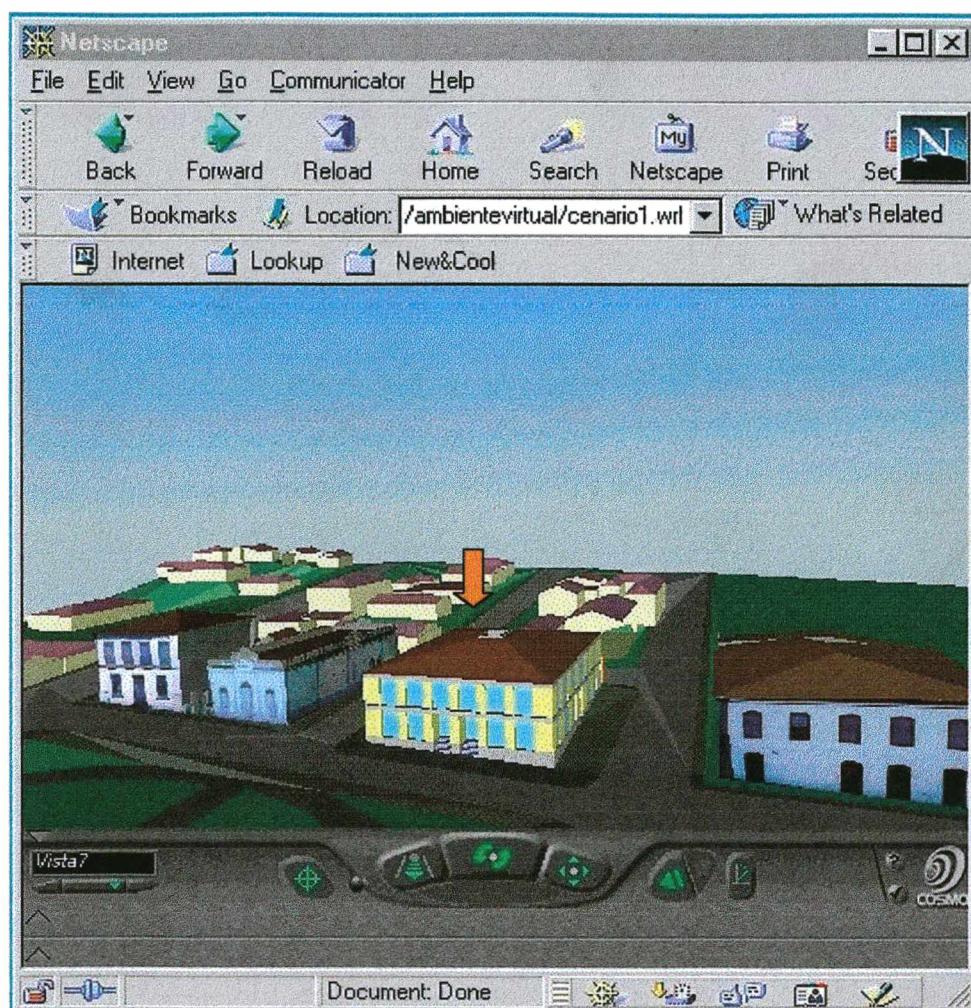


Figura 37. Vista do “Cenário 1”, com prédio implantado na quadra prevista para a simulação.

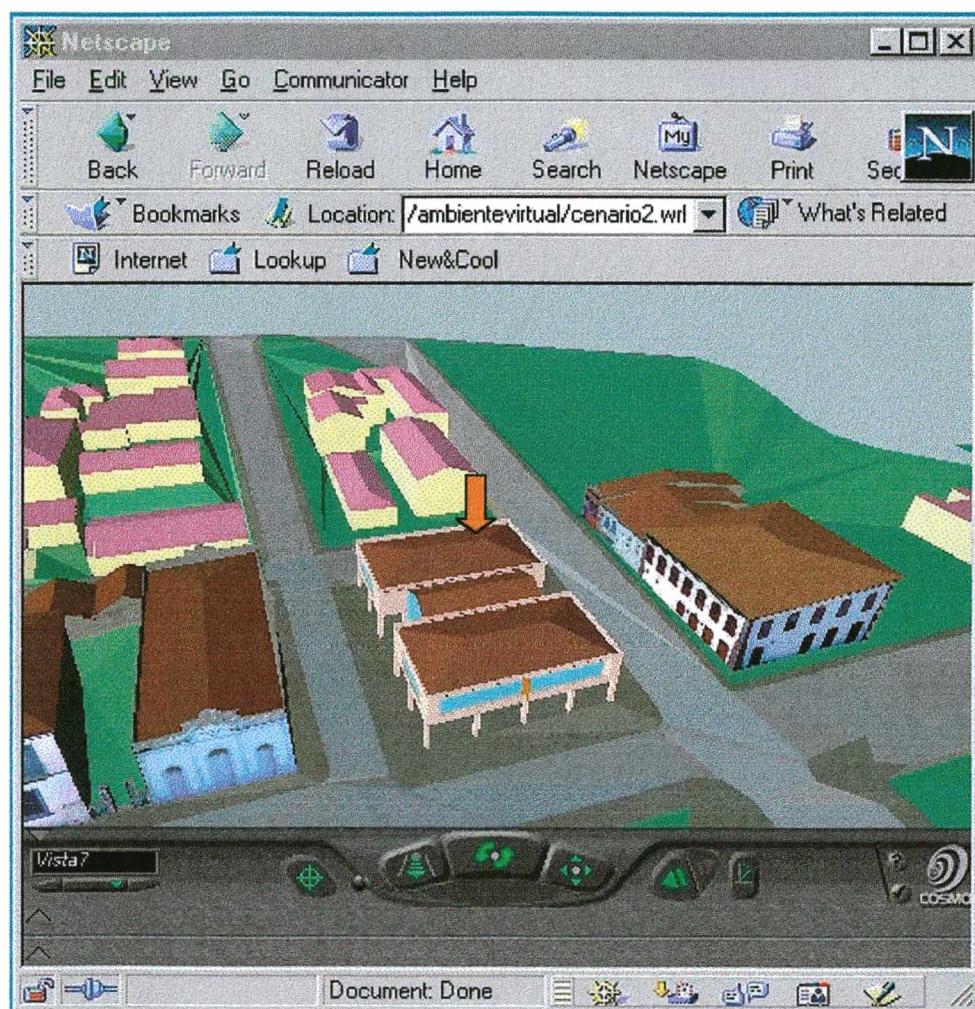


Figura 38. Vista do “Cenário 2”, com outra simulação na quadra.

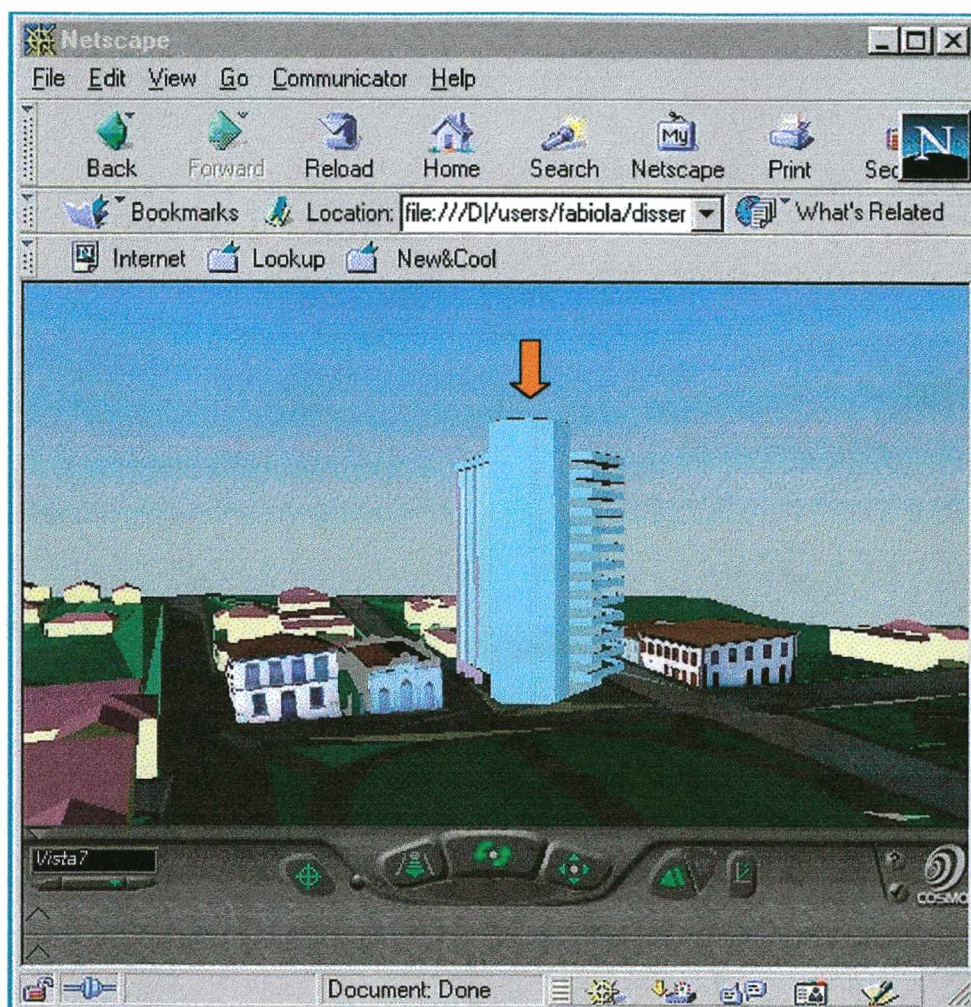


Figura 39. Vista do “Cenário 3”, com prédio alto, implantado na área escolhida para a intervenção.

7. ANÁLISES

7.1. ANÁLISE DO PLANO DIRETOR VIGENTE, ATRAVÉS DA FERRAMENTA PROPOSTA

Analizando o que o plano diretor do município prevê para a área de estudo, observa-se que essa é a maneira como a maioria dos planos diretores tratam os centros antigos de suas cidades. Atribuindo uma legislação específica para essas áreas, que na maioria das vezes é copiada do plano diretor de outro município, buscam-se preservá-las e poupá-las de fins menos dignos, já que são testemunhas da história da colonização da cidade. No entanto, tem-se observado que só isso não tem bastado: “abandonadas” com o passar dos anos, muitas acabam abrigando cortiços e zonas de prostituição.

Essa realidade tende a se transformar quando comerciantes e a população passam a trabalhar em parceria com a prefeitura, conseguindo dotar esses lugares de uma intensa vida cultural e, por consequência, em uma atração turística importante. Exemplo disso foi a revitalização do Pelourinho, em Salvador/BA, que chega a receber 100 mil visitantes por ano e São Luís/MA, que tem mais de duzentas construções centenárias tombadas e preservadas pelo Patrimônio Histórico. O mesmo vem acontecendo em outras cidades brasileiras, como Belém/PA, Fortaleza/CE, João Pessoa/Pb, Recife/PE, Curitiba e Lapa/PR.

O centro histórico de São José situado às margens da principal via municipal, Rua Dr. Homero Gomes, apresenta um intenso fluxo de veículos e pedestres. Atualmente, funciona como centro político-administrativo do município, onde prefeitura, fórum e câmara de vereadores, dividem o mesmo espaço com pequenos comércios, serviços e residências unifamiliares. Esses usos, ora se dão em edifícios antigos reformulados, ora em novas construções.

No entanto, com o crescente fortalecimento do bairro Kobrasol, como centro de comércio e serviços do município, com a futura transferência do fórum e prefeitura para outros bairros, e a implantação da via beira-mar, ocorrerá um declínio do movimento na área, o que poderá culminar em seu abandono.

O centro histórico do município é protegido por uma legislação pouco específica, como, por exemplo, quando descreve que “... a aprovação de novas construções ou de modificações das construções existentes exige uma verificação prévia da harmonia dos projetos com as construções já existentes...”(Lei N. 1.605/85, Art. 173, parágrafo 1º).

Essa parece ser uma medida correta, não fosse o caráter especulativo que pode envolvê-la. Isto ocorre porque as informações exigidas para análise de aprovação dos projetos dão margem a esse tipo de situação. Projetos de novas construções ou reformas são entregues para avaliação no formato bidimensional, ou seja, em plantas, cortes e elevações. Além disso, não consideram o entorno pré-existente, o que no caso específico de um sítio histórico é de fundamental importância.

Devido à falta de rigor das normas de ocupação para a área e a escassa fiscalização no cumprimento dessas, observam-se no centro histórico de São José muitos casos de desrespeito ao patrimônio histórico e às leis, como foram detectados na elaboração deste trabalho e mostrados nas imagens a seguir.

Nos fundos da antiga Casa de Câmara e Cadeia, onde hoje funciona a Secretaria de Finanças do município, e ao lado da fachada posterior do Teatro Municipal, observam-se construções que foram notadamente implantadas sem nenhum rigor, resultado de pequenos “puxados” que se transformaram em residências. (figura 40)

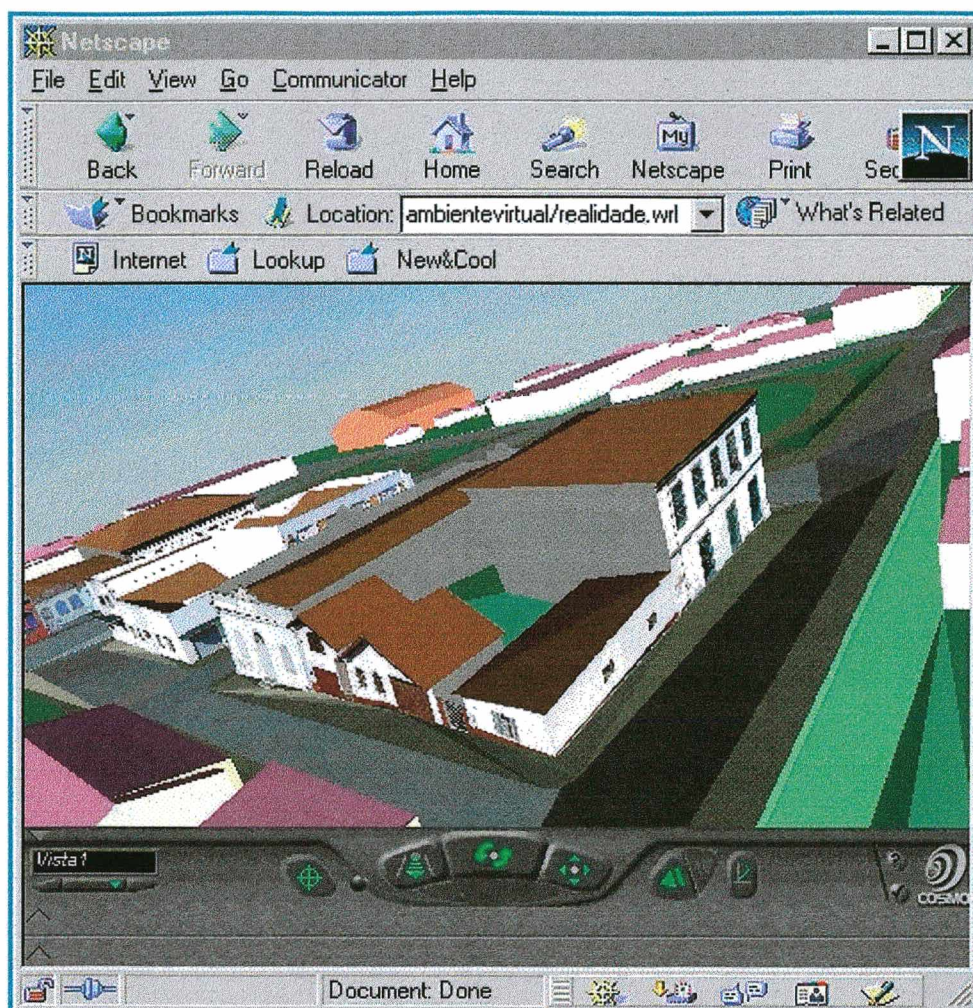


Figura 40. Fundos da Secretaria de Finanças e do Teatro Municipal de São José com a apropriação indevida de residências, contrastando com os prédios históricos da quadra.

Algumas esquadrias são em alumínio e com grades (figura 41), o que não é recomendado pelas normas de preservação, e, sim, o uso de material semelhante ao utilizado nas edificações históricas, no caso, madeira.

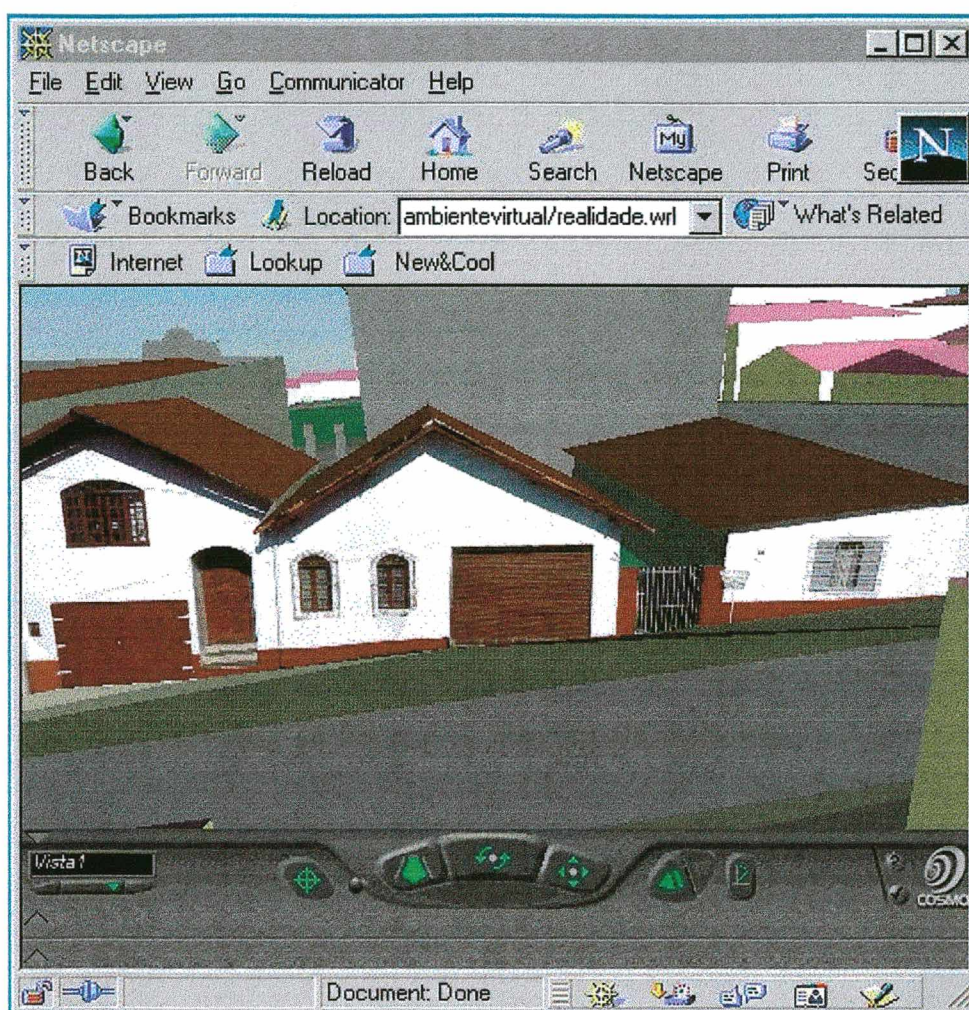


Figura 41. No ambiente virtual manipulado através do Cosmo Player, é possível observar que as casas apresentam aberturas de variadas formas, sendo que algumas são de alumínio ou ferro, com grades de proteção colocadas externamente.

Pode-se verificar que os telhados são em duas ou “meia-água”, sendo que os beirais projetam-se sobre o passeio e até mesmo sobre o telhado da edificação vizinha, demonstrando que a preocupação do município é somente com o monumento histórico isolado, no caso, os dois prédios antigos da quadra: a antiga Casa de Câmara e Cadeia e o Teatro Municipal Adolpho Mello, ignorando as intervenções aleatórias que se fazem no seu entorno. (figura 42)

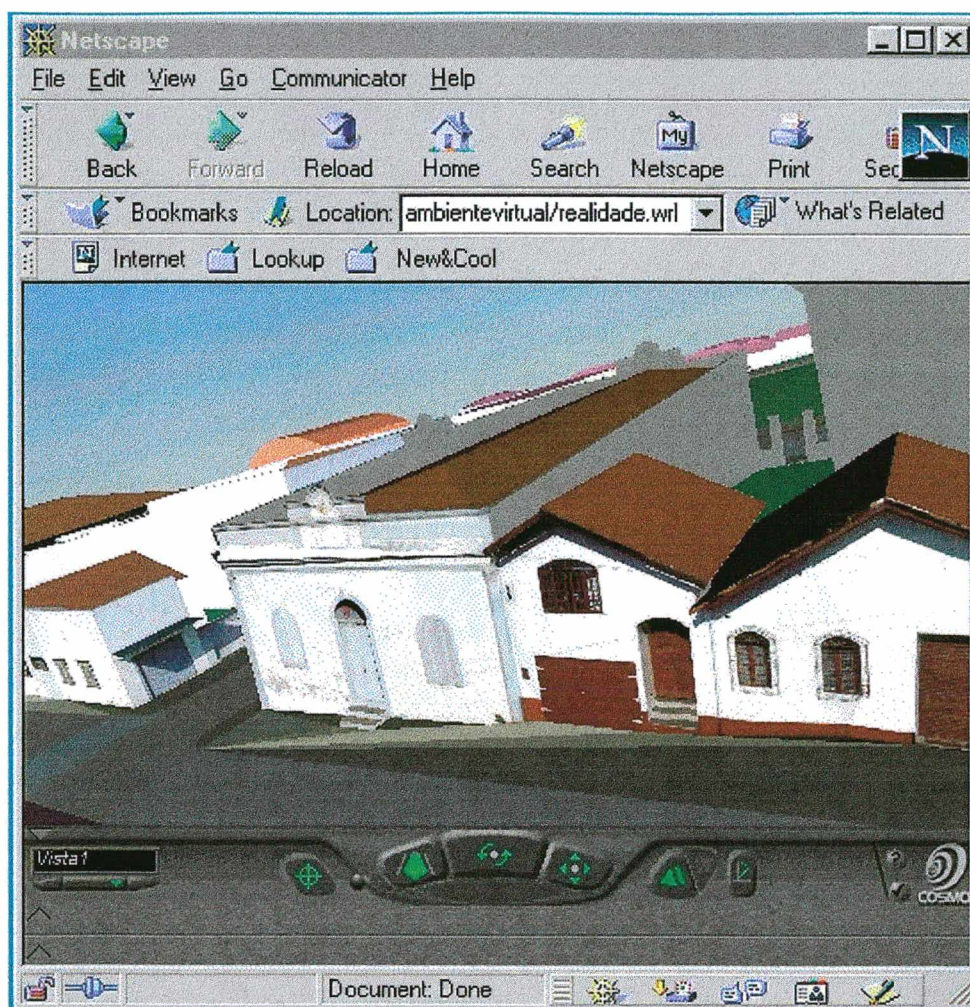


Figura 42. Os telhados são visivelmente mal estruturados, decorrentes de reformas aleatórias. Os beirais projetam-se sobre o passeio e sobre as edificações vizinhas, incluindo, nesse caso, a edificação histórica do Teatro Municipal Adolpho Mello.

A face principal dessa quadra é a que está mais preservada, assim como a fachada lateral do Teatro Municipal (figura 43), ao contrário da face lateral da antiga Casa de Câmara e Cadeia, que apresenta uma série de problemas, não só com a instalação inadequada de aparelhos de ar-condicionado em suas janelas, mas, principalmente, com seu muro original, que recebeu duas pequenas aberturas com grades e uma cobertura em “meia-água”. (figura 44)

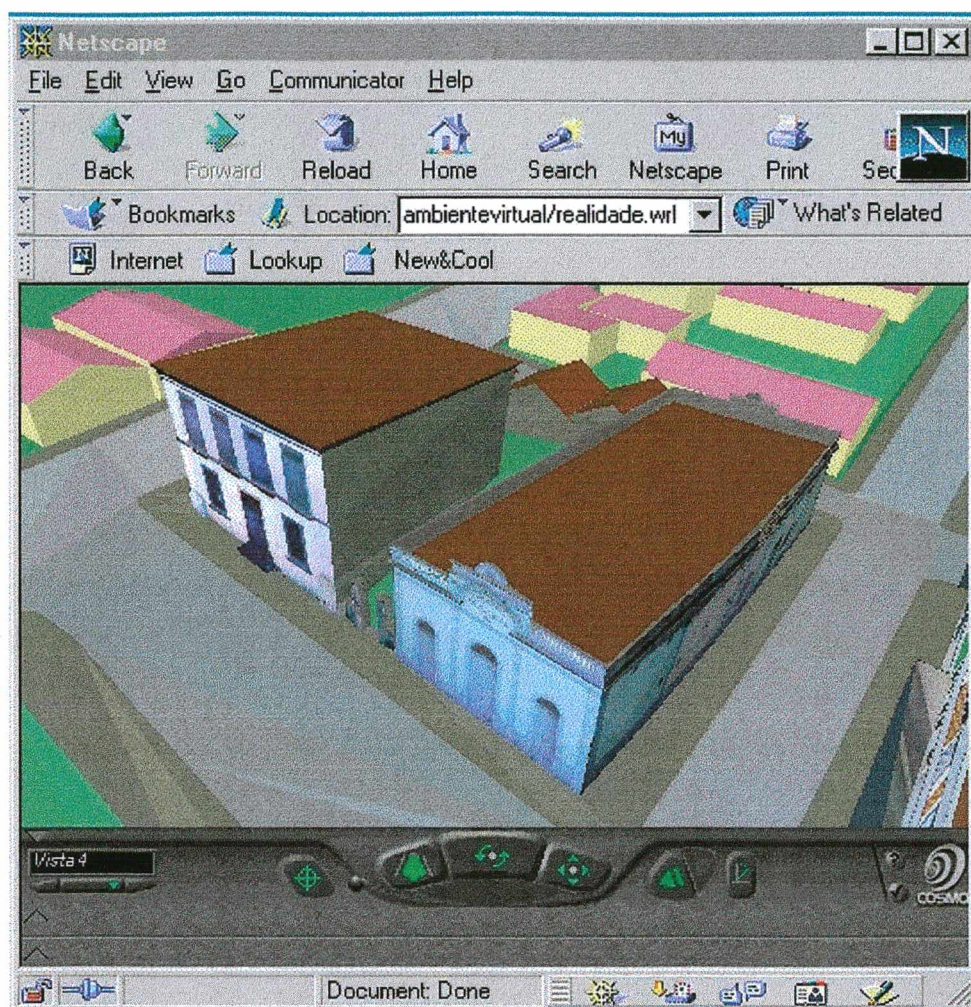


Figura 43. A fachada principal da quadra e a lateral do teatro mantêm-se preservadas, ao contrário das demais faces da quadra, que apresentam uma série de problemas referentes a estilo e técnicas construtivas adotadas.

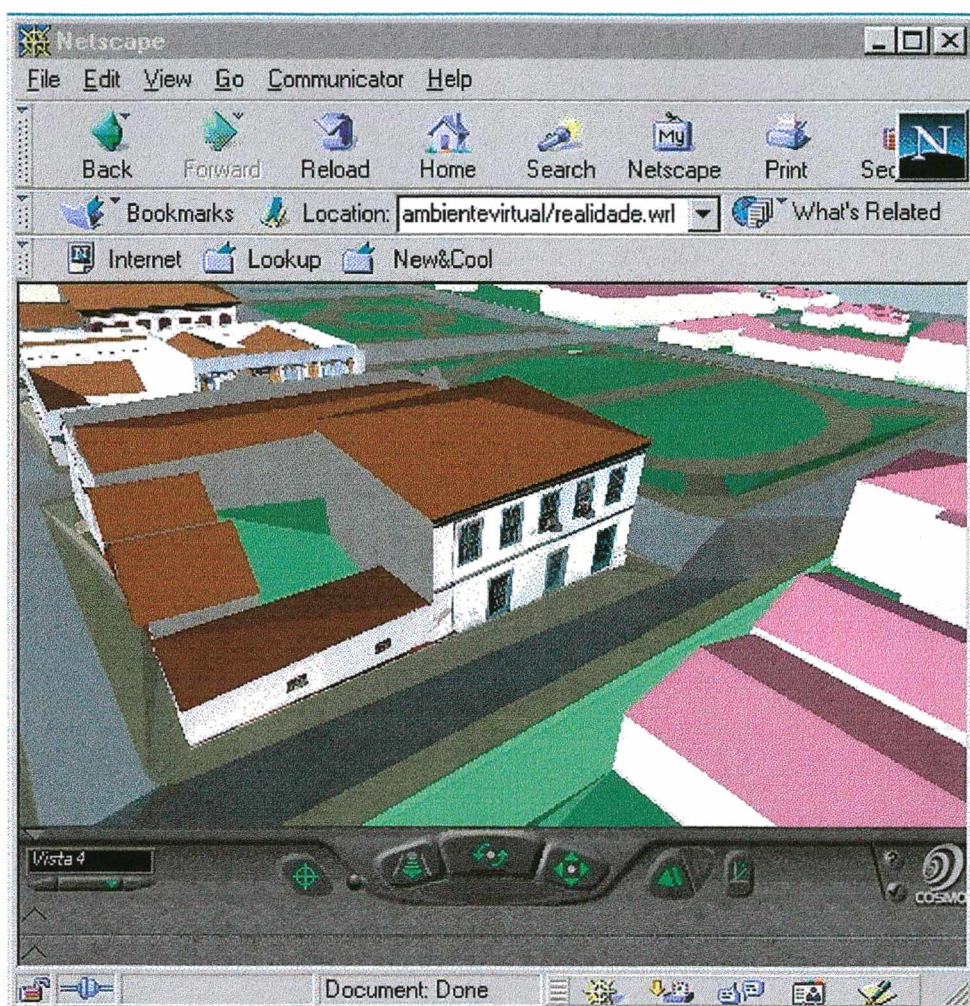


Figura 44. A fachada lateral da Secretaria de Finanças, antiga Casa de Câmara e Cadeia, sofreu uma agressiva intervenção com a abertura de janelas e cobertura no seu muro lateral, que se transformou em uma espécie de edícula da edificação. Os aparelhos de ar-condicionado também comprometem a arquitetura do monumento.

A quadra onde hoje funciona uma agência bancária e um prédio de serviços foi considerada a mais comprometedora da paisagem (figura 45), porque se percebe claramente que sua presença provoca um corte na harmonia da arquitetura antiga presente ao longo da rua. Por esse motivo, ela foi escolhida para servir de experiência na busca de outras formas de amenizar esse contraste, já que, não é recomendável pelas normas de preservação, o resgate da edificação que um dia ali se fez presente, e, sim, a implantação de outra que se adeque ao entorno existente.

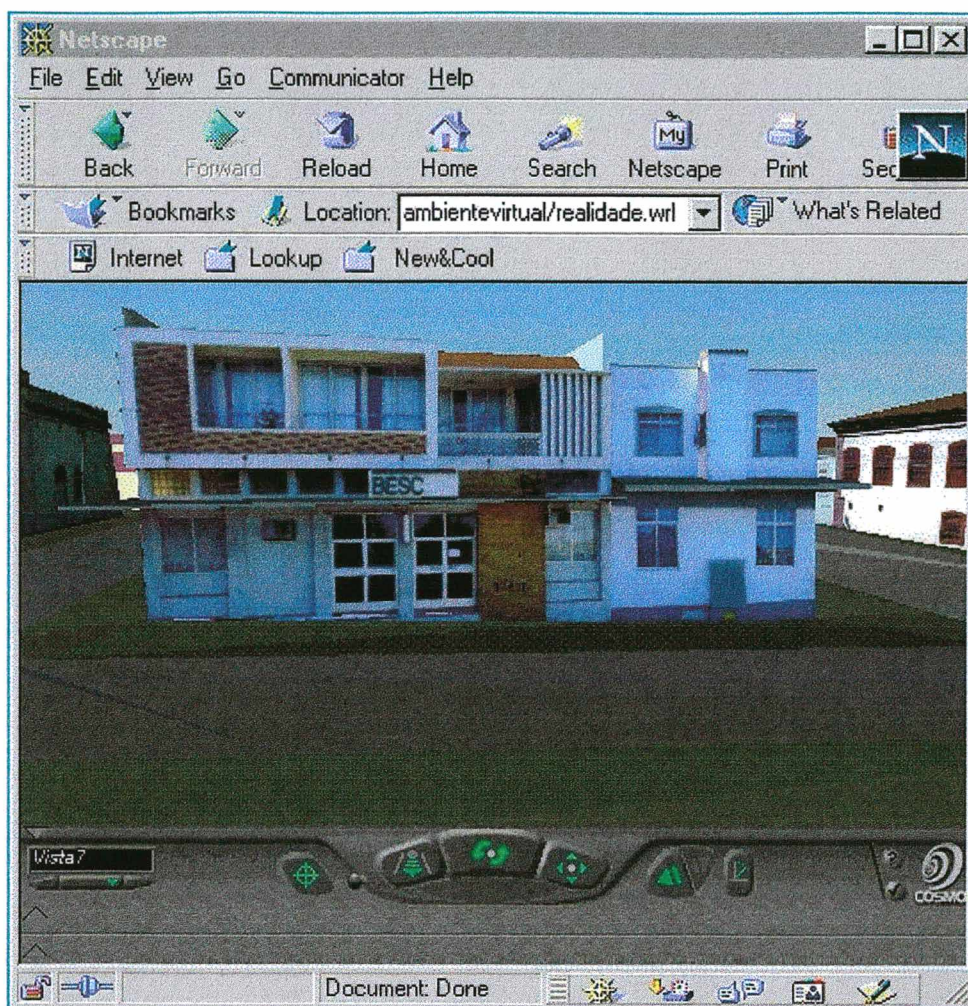


Figura 45. Vista frontal da quadra escolhida para sofrer as simulações.

A situação atual dessa quadra é uma prova de como é difícil, tecnicamente, elaborar normas de ocupação em áreas históricas. Um resultado satisfatório, muitas vezes, não é obtido com o cumprimento das diretrizes do plano diretor, como é mostrado na figura 45, e, sim, com o bom senso de uma equipe multidisciplinar.

Apesar de estar de acordo com as normas previstas pelo plano diretor para a área, no que se refere à taxa de ocupação, índice de aproveitamento, gabarito e afastamentos (figura 46), o prédio apresenta adornos, como marquises em toda sua extensão, volumes e materiais inexistentes nos outros prédios em estudo, o que o faz destoar dos outros e, de certa forma, desvalorizar a arquitetura colonial do sítio. (figura 47)

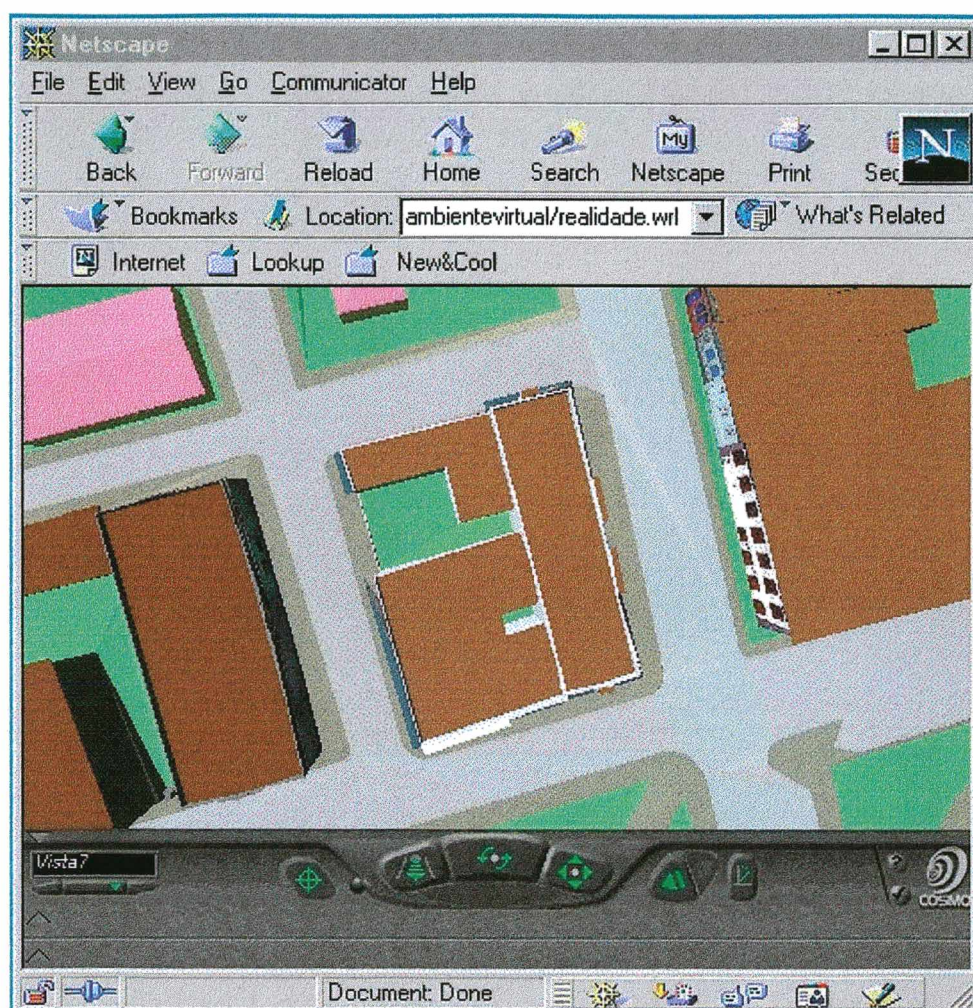


Figura 46. Vista aérea da quadra mostrando a implantação adequada, com os afastamentos frontais iguais aos que predominam nos lotes das demais quadras.

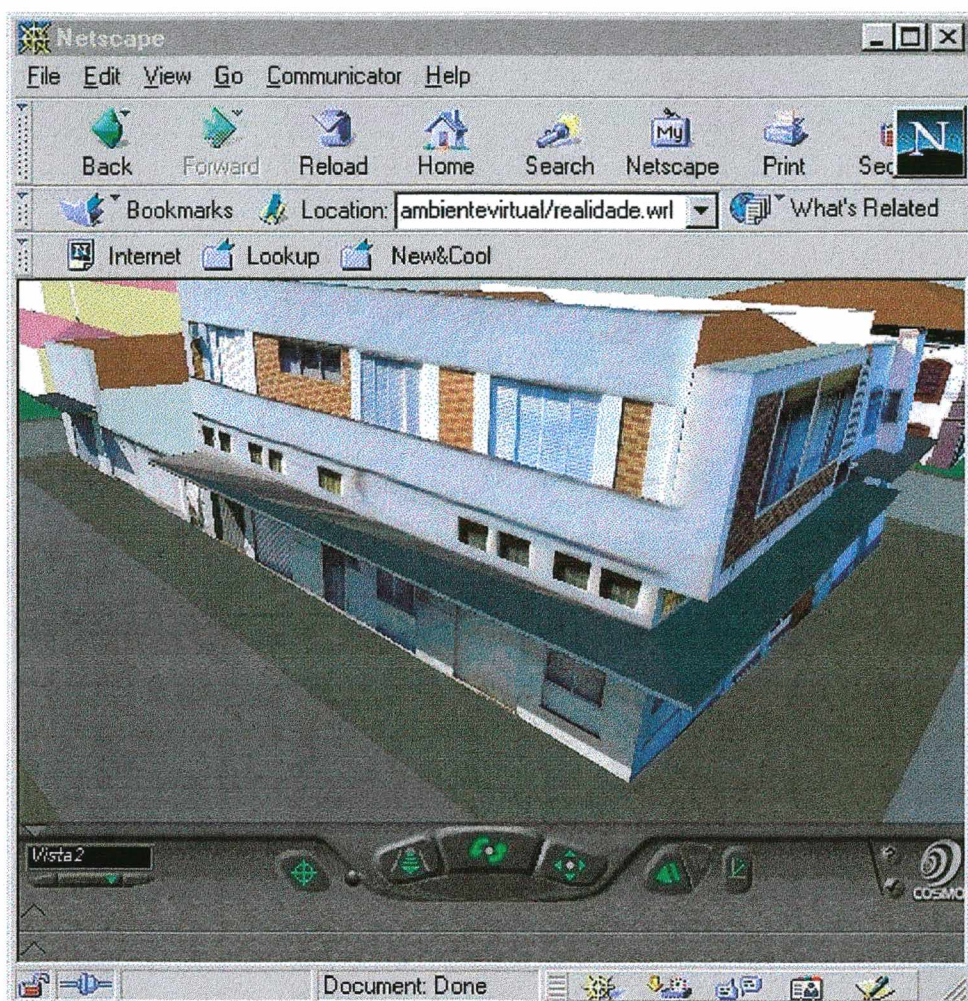


Figura 47. Apesar da edificação apresentar um concepção arquitetônica contemporânea a das edificações pré-existentes, como prevê o plano diretor, os elementos que a compõem, como marquises e os materiais utilizados, comprometem a arquitetura pré-existente no local.

O plano diretor não menciona o uso de determinadas cores nas fachadas das edificações antigas, o que é feito livremente pelo próprio proprietário. Esse seria mais um aspecto possível de ser avaliado previamente no ambiente virtual e com garantia de bons resultados. (figura 48)

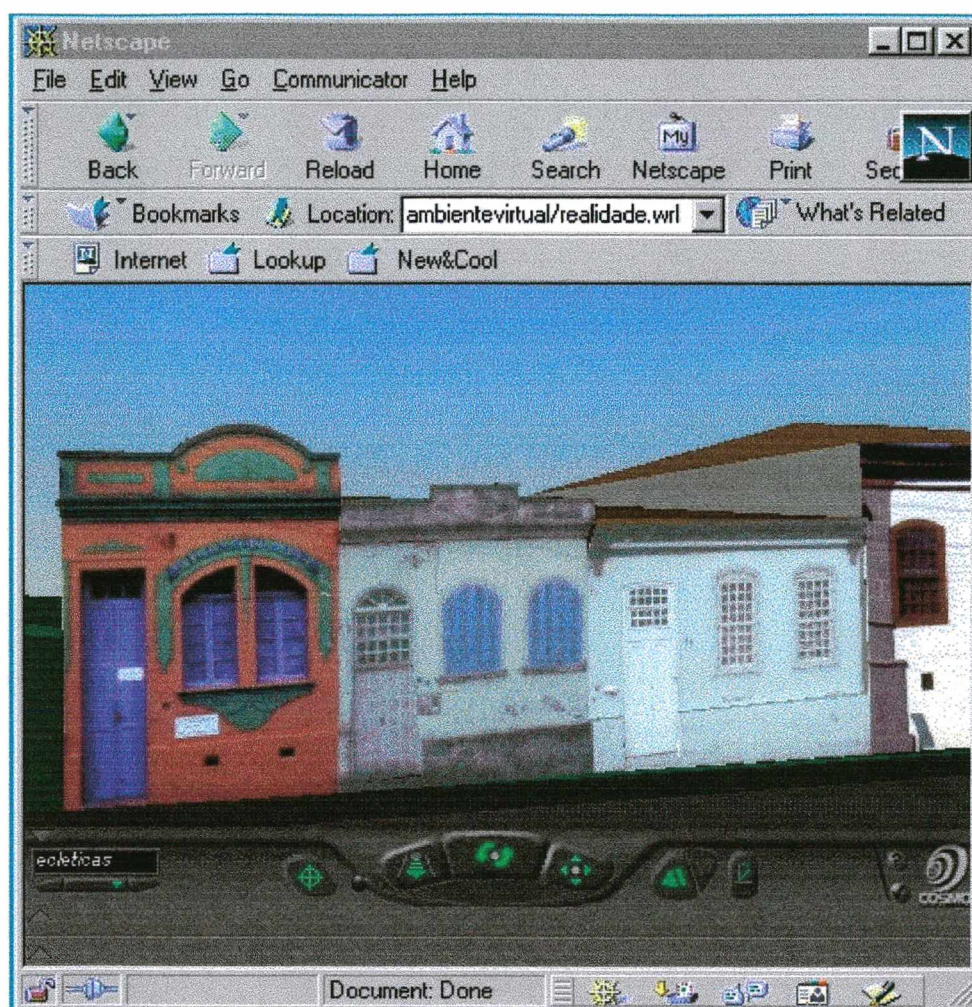


Figura 48. O uso de cores também pode ser regulado pelo plano diretor, segundo normas de preservação.

Pode-se verificar, através das figuras apresentadas no trabalho, que as normas previstas pelo plano diretor para a área de estudo são insuficientes para seu planejamento correto, visto que é uma área histórica e que, por isso, apresenta uma série de particularidades que devem ser consideradas quando na intervenção de qualquer de seus edifícios.

As normas previstas pelo plano diretor, além de poucas, são muito vagas, dando margem a problemas relacionados ao comprometimento da paisagem, como foi observado nas imagens.

Em áreas específicas, como centros antigos, nem tudo que aparenta ser adequado no papel, se presta na realidade. Por isso, a importância de visualizar o que se está

propondo. Em um ambiente virtual, é possível simular diversas situações dentro de uma área real, permitindo-se que o planejador vislumbre essas situações de diferentes posições, tanto aéreas, quanto terrestres, analisando volumetria, altura, afastamentos, cores, materiais e limitando a abrangência de seu estudo com o simples movimento do cursor.

7.2. ANÁLISE DO IMPACTO DE NOVAS EDIFICAÇÕES NA ÁREA DE ESTUDO A PARTIR DE CENÁRIOS VIRTUAIS

Um dos principais objetivos deste trabalho é a utilização da fotogrametria digital na avaliação de modificações antrópicas significantes na paisagem. Está claro que a fotogrametria digital ainda é uma técnica recente no país e que vem sendo explorada por um pequeno grupo de estudiosos: a maioria dos trabalhos publicados sobre o assunto refere-se a estudos acadêmicos.

Enquanto alguns países da Europa e América do Norte utilizam a fotogrametria digital como mais uma ferramenta de auxílio em diversas áreas, o Brasil ainda se concentra em testar suas potencialidades, o que talvez justifique o seu desconhecimento pelo mercado em geral.

Neste trabalho buscou-se empregar uma tecnologia nova no auxílio a tarefas há muito tempo enfrentadas no planejamento de áreas críticas. Por esse motivo, a área de estudo escolhida foi um centro histórico, que apresenta muitos problemas de descaracterização e má preservação. A proposta atual, após a avaliação das normas do plano diretor para a área, é avaliar o impacto provocado pela implantação de novas edificações na área, através da análise de cenários virtuais, como é mostrado a seguir, através de estudos comparativos.

Cenário 1:

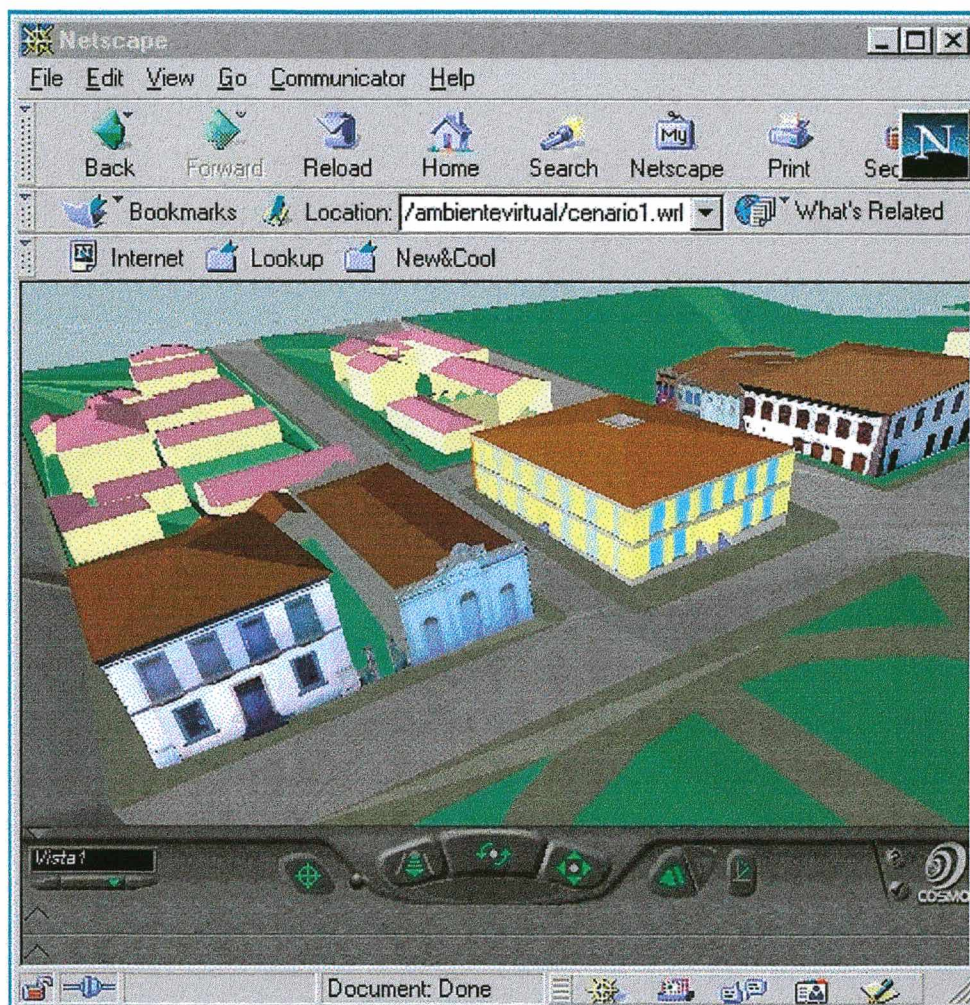


Figura 49. Simulação com um edifício de uso comercial, de acordo com as normas previstas pelo plano diretor para a área.

Nessa proposta, é implantada uma edificação de uso comercial de acordo com os itens previstos pelo plano diretor para a área: o índice de aproveitamento não ultrapassa 1.00, o gabarito é de dois pavimentos, o afastamento frontal é igual ao predominante nos lotes das demais quadras e os afastamentos laterais são os mesmos que os frontais por se tratar de um único prédio ocupando uma quadra inteira. Em relação à taxa de ocupação, o plano diretor faz referência a um estudo específico que considere as características da ocupação tradicional. Como essa se faz ocupando quase a área total do lote, este item seria passível de aprovação.

Em relação à cobertura e prolongamento dos telhados, proporções entre as aberturas, volumes, cores e materiais, o prédio também se adequaria ao entorno existente. Segundo o plano diretor, a concepção arquitetônica contemporânea também não seria motivo de reprovação, visto que se manifesta de maneira discreta, em forma de linhas mais retas e materiais de revestimentos diferentes dos prédios existentes no local.

Cenário 2:

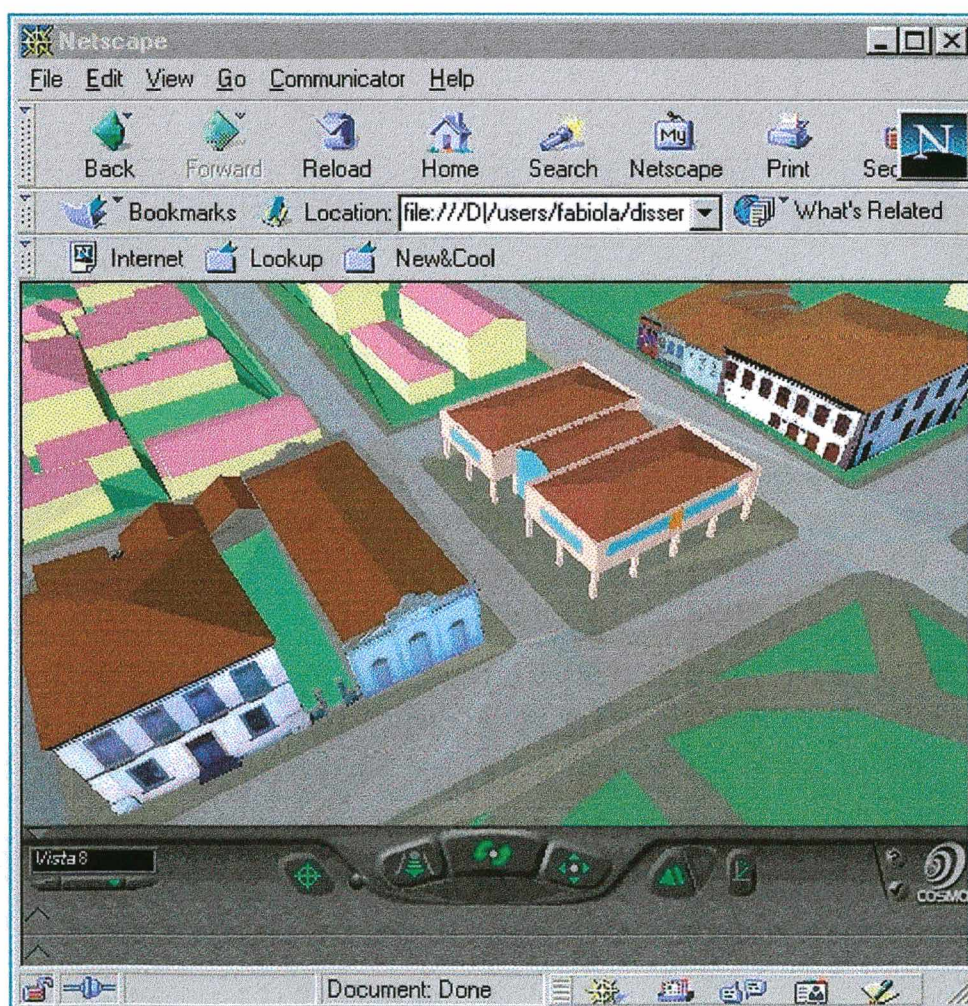


Figura 50. Através da simulação com um edifício de arquitetura bastante inovadora para a área, observa-se que sua implantação não traria bons resultados para a paisagem.

Nessa proposta, também é implantada uma edificação de uso comercial seguindo as normas do plano diretor. No cálculo do índice de aproveitamento não são computadas as áreas em pilotis, portanto, está de acordo com o previsto pelo plano

diretor. Em relação ao gabarito, taxa de ocupação e afastamentos, também estaria dentro das normas.

O problema em aprová-lo estaria em sua concepção arquitetônica, que diverge de todas as características das construções antigas da área, desde a volumetria até os pilotis. Porém, o plano diretor deixa claro que não deve ser inibida uma concepção arquitetônica contemporânea. Dessa forma, dependendo da equipe de avaliação do projeto, esse poderia ser aprovado, o que demonstra o caráter pessoal da questão.

Fica demonstrado pela simulação da área com este prédio, que as normas do plano diretor para a área são muito frágeis e facilmente contribuem para resultados não satisfatórios.

Cenário 3:

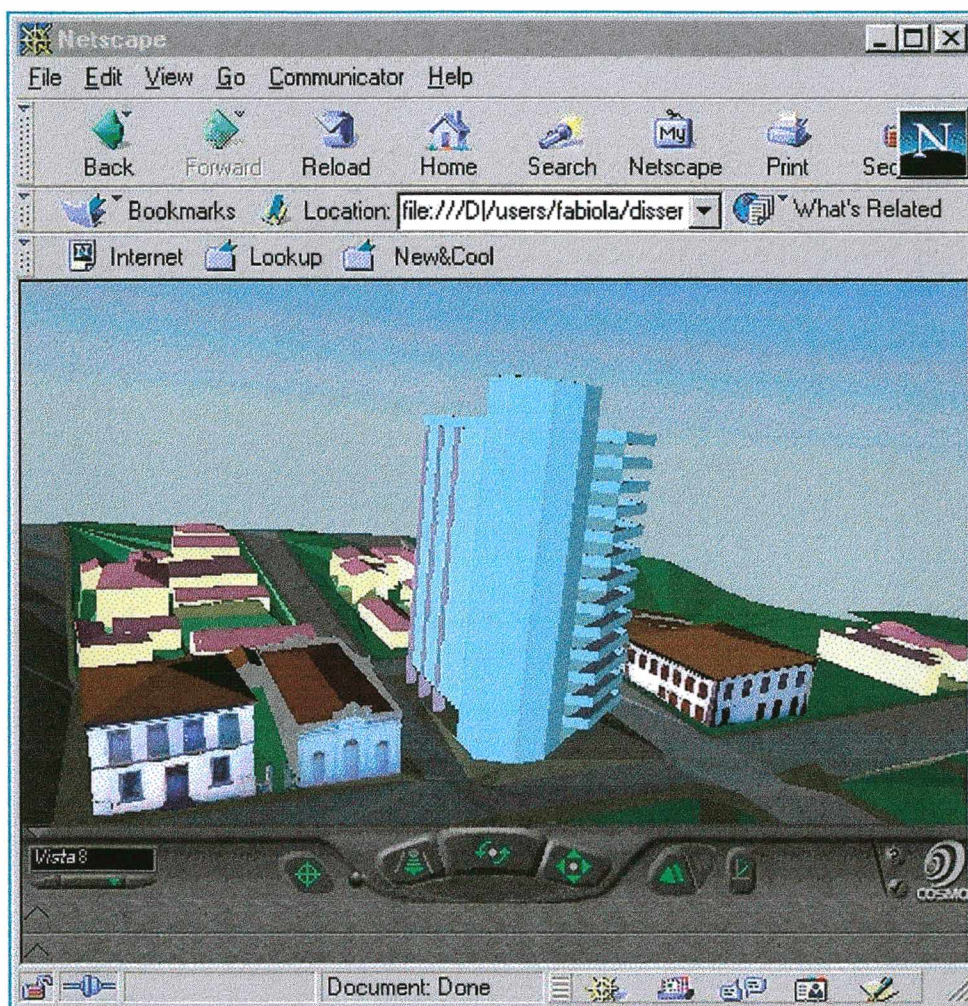


Figura 51. Simulação com um prédio de doze andares com o objetivo de confirmar o impacto negativo provocado na paisagem.

Esse cenário foi elaborado, independente das normas previstas pelo plano diretor, somente com o intuito de mostrar o impacto negativo na paisagem provocado por uma edificação desse porte.

Além do sério comprometimento da paisagem local, que é constituída por edificações que não ultrapassam dois pavimentos, essas também sofreriam em relação ao sombreamento, certamente provocado por um edifício desse porte, além do aumento do fluxo e área de estacionamento de veículos.

Portanto, em casos de discussão e elaboração de novas diretrizes e normas para o plano diretor, a ferramenta proposta auxilia na tomada de decisões, visto que a simulação, através de cenários virtuais, funciona como prova de como se comportarão as previsões da lei na paisagem existente.

7.3. VIABILIDADE DA TÉCNICA SUGERIDA

Como foi citado anteriormente, a fotogrametria arquitetural ainda é uma área pouco explorada no Brasil. A proposta de aliá-la ao planejamento urbano não é comum. Observa-se seu uso na confecção de arquivos fotogramétricos de edificações históricas como forma de registro, utilizando também ainda os restituidores analíticos para gerar modelos vetoriais.

As empresas de aerolevantamento, que também realizam trabalhos de fotogrametria arquitetural, confessam o declínio do uso da técnica tradicional, sendo raro o surgimento de trabalhos nesse campo.

Um dos motivos, excluindo o desconhecimento da técnica pelo mercado em geral, diz respeito ao custo oneroso da restituição de imagens terrestres. Como a maior parte dos trabalhos tem como finalidade a confecção de arquivos históricos, exige-se fotografias em escala grande para que todos os detalhes possam ser restituídos. Isso implica um maior tempo de trabalho e profissionais especializados nessa área, que é muito diferente da restituição fotogramétrica de fotos aéreas.

O trabalho de campo é relativamente mais detalhado e cuidadoso do que o exigido pela fotogrametria digital porque exige a leitura de um maior número de pontos de controle. Dessa forma, a tomada das fotos é feita junto a rigorosas medições realizadas geralmente com Estação Total, visando ao posterior ajustamento das imagens na hora da restituição.

Para a realização deste trabalho, que exige a textura da fotografia para análise da área, não seria possível utilizar a fotogrametria tradicional, uma vez que, o elemento que fornece esse produto, a ortofoto, permite somente a extração de informações bidimensionais. Talvez, nesse aspecto, esteja a principal vantagem observada na escolha da fotogrametria digital para a realização deste estudo: a construção geométrica do modelo 3D seguida do mapeamento de sua textura foto-realística.

Como o intuito era elaborar um ambiente virtual para posteriores simulações, era necessário resgatar não só a geometria do espaço, mas também a sua situação atual no que diz respeito ao aspecto visual das edificações, este, mais importante que a acurácia das feições. Isso se explica da seguinte maneira: como a prioridade era restituir as edificações retratando da melhor maneira possível o seu estado atual, optou-se por trabalhar, adotando cartografia digital disponível do município e apenas o *software* de restituição sem implementar pontos de controle, ou seja, sem medições em campo, procurando dessa maneira, minimizar ao máximo o tempo de trabalho no local, que limitou-se à tomada das fotografias, o que levou cerca de três horas.

O manual do PhotoModeler recomenda que se use pontos de controle em determinados casos, dentre os quais, quando a acurácia é a preocupação principal no projeto. Isso porque, o PhotoModeler usa série de algoritmos de ajuste que produzem a mais alta acurácia possível para um levantamento. Ao adicionar pontos de controle ao projeto, a rede de ajuste é desativada e a acurácia do modelo dependerá da precisão dos pontos de controle, que podem ter duas origens: arquivos DXF e em ASCII. Se a origem dos pontos de controle apresenta uma acurácia maior do que a do PhotoModeler, então esses devem ser incluídos no projeto.

O trabalho de laboratório foi totalmente realizado com os *softwares* e equipamentos disponíveis, de forma a comprovar a viabilidade da técnica. A câmara métrica utilizada, o *scanner* para diapositivos e o *software* de restituição digital mostraram-se de fácil aprendizagem e manipulação.

O único problema enfrentado foi em relação à capacidade de memória do computador utilizado, representando dificuldades de armazenamento, manipulação e vizualização das imagens.

Dessa forma, a técnica sugerida, se mais implementada em relação a *hardware*, mostrou-se adequada aos fins que se propõe, ou seja, servir como mais uma ferramenta no auxílio ao planejamento urbano.

É importante enfatizar o caráter experimental deste estudo e salientar que, para ser implantado em um órgão de planejamento, deve ser sustentado por uma equipe multidisciplinar composta de arquitetos, urbanistas, engenheiros, topógrafos, geógrafos, advogados, entre outros profissionais, com o intuito de produzir material de boa qualidade, útil e confiável, para os diferentes setores do poder público.

8. CONCLUSÕES

A maioria das cidades brasileiras sofrem de problemas decorrentes de um crescimento desordenado, somados à ausência de ferramentas que auxiliem sua gestão. No entanto, como grande parte dos países em desenvolvimento, não dispomos de capital para investir em técnicas sofisticadas e de difícil implementação.

A solução para parte desses problemas, observada em alguns países que enfrentam situação similar, é a utilização de ferramentas de baixo custo, de fácil manutenção e que forneçam resultados a curto prazo. Uma dessas ferramentas, que mais vêm se destacando devido ao significativo número de produtos oferecidos, é a modelagem de cenários virtuais a partir da fotogrametria digital.

Em plena era digital, não necessitamos mais de grandes equipamentos, equipes especializadas e maiores investimentos na execução de trabalhos de fotogrametria. Como foi apresentado ao longo deste trabalho, bastam computadores pessoais equipados com alguns componentes modernos, uma equipe pequena com conhecimento científico básico, câmara fotogramétrica e *softwares* de baixo custo, ou seja, equipamentos e materiais acessíveis a prefeituras de pequeno ou médio porte interessadas na preservação e gestão de seu espaço físico.

Atualmente, produtos digitais com extensão 3D vêm sendo cada vez mais requisitados em estudos e simulações. Nos centros maiores, o controle de redes elétricas, de água e saneamento, telecomunicações, entre outras, já vem sendo realizado sobre bases 3D compondo o sistema de informação geográfica do município. O mesmo vem ocorrendo com os projetos urbanísticos, que ao dispor de modelos 3D de áreas urbanas, permitem uma série de estudos em relação à adequação da paisagem, direção de crescimento, tráfego, insolação, além de criação de cenários virtuais representativos de intervenções futuras.

As vantagens de se trabalhar com arquivos 3D digitais são inúmeras, dentre as quais não se pode deixar de citar: economia de custos, com a redução de mão-de-obra e equipamentos empregados; velocidade de processamento dos dados, no caso de estudos e simulações; possibilidade de se trabalhar em rede, na forma de um SIG ou LIS.

Ao se optar por trabalhar com a fotogrametria digital no planejamento urbano, verificou-se que, além das vantagens supracitadas, conta-se com a possibilidade de montar os cenários urbanos com a textura da fotografia, ou seja, com a imagem real do edifício, imprescindível na análise da paisagem.

A utilização de maquetes eletrônicas de áreas urbanas vem sendo adotada há algum tempo na área de planejamento urbano, a partir de bases digitais cujos edifícios e equipamentos urbanos recebem volume e texturas elaboradas em *softwares* CAD.

A técnica da fotogrametria digital permite que o volume e textura da edificação sejam extraídos diretamente da fotografia, diminuindo tempo de serviço, pessoal técnico envolvido e fornecendo um produto mais confiável, além de análises mais rigorosas.

Como foi proposto no trabalho, para a análise da paisagem e simulação de cenários, a textura foto-realística foi de suma importância nos estudos posteriores. A partir do modelo 3D com a textura da foto, é possível não só analisar sua adequação com o entorno, mas também seu próprio estado de conservação, permitindo simular modificações no próprio modelo digital.

Observou-se, a partir de coletas de informações a respeito da utilização da fotogrametria digital na área de planejamento em outros países, que há uma tendência de popularização da técnica, o que significa que, em breve, todas as prefeituras de grandes centros terão ao seu dispor mais uma ferramenta, fruto da evolução digital, servindo no controle e previsão do crescimento urbano.

9. RECOMENDAÇÕES

Este trabalho foi fruto de tentativas e experimentações em uma área de estudo pouco explorada no Brasil: a fotogrametria arquitetural digital. E o desafio foi maior quando optou-se por adotá-la a um baixo custo, utilizando os equipamentos e *softwares* disponíveis na ocasião.

Algumas dificuldades foram encontradas no decorrer do percurso, assim como soluções foram obtidas. Dessa forma, é válido expor recomendações quanto à execução de algumas etapas, de maneira a facilitá-la e contribuir para sua melhoria em trabalhos futuros.

Tomada das fotos

A elaboração do modelo 3D das edificações consiste no resgate de sua geometria e posterior mapeamento da textura da fotografia. Como o objetivo principal é construir o ambiente virtual, retratando da melhor maneira a situação real da área, deve ser dada máxima atenção à qualidade das fotografias. Isso implica não só o planejamento prévio da tomada das fotos, o que diminui substancialmente o tempo de trabalho de campo, como também do horário em que essa deve ser feita.

É recomendável que se escolha um dia de pouca luminosidade solar, evitando-se, dessa forma, a presença de sombras nas fotografias provocadas por edificações vizinhas ou pelos próprios elementos salientes da fachada.

Como a área apresenta intenso movimento de veículos e pedestres, optou-se por trabalhar em um domingo. Devido a um prazo a cumprir, não se teve a alternativa de aguardar as condições recomendadas e a tomada das fotos foi feita em um dia ensolarado.

Mesmo escolhendo um horário onde o sol estava mais a pico (por volta das 12:00 hs), isso não impediu que algumas fotos saíssem com qualidade insuficiente para o trabalho posterior de processamento, obrigando a uma segunda ida a campo, dessa vez em um horário mais cedo, às 6:00 hs.

Armazenamento das imagens

Assim que as imagens digitalizadas no formato TIFF são comprimidas no formato JPEG, é recomendável que sejam gravadas em disco flexível para não ocupar memória no computador. Dessa forma, as imagens foram gravadas em CD-ROM e em fita DATE.

Observou-se que a gravação e o acesso na fita DATE, apesar de possuir maior capacidade de memória que o CD (2.0 GB x 650 MB) demanda mais tempo. Sendo assim, é recomendável que se utilize o CD-ROM ou ZIP-drive para o armazenamento das imagens, por possuírem um acesso mais rápido e fácil.

Pré-processamento das imagens

Uma das dificuldades enfrentadas foi em relação ao mapeamento da textura das fotos. Como são tiradas em posições convergentes e o dia estava ensolarado, a mesma fachada apresentou fotos com diferentes tonalidades devido à posição da câmara em relação ao sol.

Tentou-se resolver esse problema durante a etapa de restituição do modelo no PhotoModeler, ou seja, à medida que a textura das imagens era mapeada no modelo 3D, essas também eram realçadas (em brilho e contraste) no *software* Paint Shop 5.0.

Observou-se, no entanto, que esse trabalho atrasou a etapa de processamento, por isso, recomenda-se que, antes de exportadas para o PhotoModeler, todas as imagens que apresentam diferenças de luz e cor em comparação com outras da mesma fachada, sejam processadas previamente no momento da digitalização no *software* Adobe PhotoShop 3.0, que acompanha o *scanner*.

Leitura de pontos de controle

Como o objetivo era retratar da maneira mais próxima da realidade a área de estudo utilizando a base cartográfica do município para posterior análise de cenários virtuais e viabilidade do plano diretor, e não obter medições acuradas, não foram utilizados pontos de controle nas fachadas das edificações visando a diminuir o tempo de trabalho no campo.

No entanto, para uma análise mais criteriosa da área em relação à geometria das edificações (no caso de futuras intervenções e restaurações), é recomendável que pontos de controle sejam medidos com estação total, principalmente em fachadas mais extensas, onde é necessária uma amarração mais rigorosa dos pontos.

Softwares

Os *softwares* adotados desempenharam as tarefas previstas, interagindo de forma adequada nos trabalhos exigidos. No entanto, a linguagem VRML deve ser mais explorada, principalmente em relação à iluminação do ambiente. Não foi possível determinar corretamente as funções de posicionamento de focos e cor da luz, como pode ser observado nas imagens exibidas ao longo do trabalho.

Dessa forma, sugere-se que haja um estudo mais aprofundado em relação à linguagem de modelagem virtual, esclarecendo o uso de todas as suas ferramentas quando de sua utilização em outros futuros trabalhos.

Equipamentos

Quanto aos equipamentos utilizados, todos corresponderam às expectativas, com exceção do computador.

Apesar de estar trabalhando em um Pentium MMX 200 MHz, com 32 MB de memória RAM, disco rígido de 2.1 GB, verificaram-se problemas quanto à placa de vídeo Elsa Winner 4MB, que não suportava o cenário virtual com todos os arquivos inseridos e a própria capacidade de memória do micro, que chegava a "travar" ao trabalhar com muitas imagens ao mesmo tempo.

Cada cenário é um arquivo VRML que chama todos os projetos do PhotoModeler e bibliotecas que são inseridas, e por isso torna-se um arquivo bastante pesado. Quando aberto no Netscape, sua manipulação se dá muito lenta pelo Cosmo Player. Além disso, as texturas e cores também saem com defeito. Devido a isso, não puderam ser inseridos nos cenários, as bibliotecas de equipamentos urbanos, que o tornam ainda mais pesado, alterando as texturas dos demais objetos.

Para resolver esses problemas, não é necessário utilizar uma máquina cara, mas, sim, equipada com alguns componentes modernos. Uma máquina Pentium II Pro 400MHz, com placa de vídeo Elsa Eraser II de 16MB, e memória RAM superior a 128 (melhor 192MB) já é suficiente, assim como monitor de vídeo de 19".

Resolução

No decorrer do processo de digitalização e compressão das imagens, ocorrem perdas na sua resolução. No entanto, por se trabalhar em um computador com monitor de 19" e uma resolução razoável, isso não prejudicou muito o processamento das imagens. O problema maior ocorreu na impressão das imagens no formato de papel.

Apesar de utilizar uma impressora de boa qualidade: EPSON Stylus Pro XL, com uma resolução de 720 dpi, observaram-se dificuldades na interpretação das imagens.

Portanto, recomenda-se, no caso de se desejar a impressão em papel, de um cenário virtual, que se utilize impressora a laser, que possui uma resolução melhor que as de jato de tinta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMANN, F. *Digitale photogrammetrie - ein paradigmasprung. Zeitschrift für photogrammetrie und fernerkundung*, Karlsruhe, v. 63, n. 3, p. 106-115, mai. 1995.
- ADAMS, L. P. *Industrial photogrammetry*. In: H. M. KARARA (Edit.). *Non-topographic photogrammetry*. Second Edition. Virginia: Falls Church, 1989. p. 37-55.
- ALMEIDA, A. C. **Seminário Aplicado a Levantamentos Arquitetônicos e Arqueológicos, 1**. Rio de Janeiro: IME, 25 a 29 de maio, 1992. 81 p.
- AMERICAN SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING. *Manual of photogrammetry*. Fourth Edition. Virginia: Falls Church., 1980. 1187 p., p. 01 e 173.
- AMORIM, A.; SILVA, R. S. Cadastro multifinalitário urbano georeferenciado, como instrumento para a administração pública em municípios de médio porte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 1, 1994, Florianópolis. *Anais*. Florianópolis: UFSC, 1994. Tomo III, 240 p. p. 97-108.
- ASTORI, B.; BEZOARI, G.; GUZZETTI, F. *Analogue and digital methods in architectural photogrammetry*. In: INTERNACIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING CONGRESS, 17, 1992, Washington, D.C. *Anais*. Washington, D.C.: ISPRS, 1992. V. 29, Tomo B5, Comissão V. p. 761-766.
- BARWINSKI, K. *Multipurpose cadastral systems in the FRG – management and uses*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE CADASTRO RÚSTICO E URBANO MULTIFUNCIONAL, 1991, Lisboa. *Anais*. Lisboa: SICRUM, 1991. p. 145-160.
- BOURSCHEID, J. A. **Uma nova metodologia para avaliação da ocupação do solo urbano**, estudo do caso de São José, SC. Florianópolis, 1998. 180 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.
- BRASIL. Constituição, 1988. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Organização do texto: Juarez de Oliveira. 10. ed. São Paulo: Saraiva, 1994. 190 p.
- CALLAI, H. C. A cidade e a (re)criação da relação homem-natureza. *Ciência & Ambiente*, Ijuí, n. 7, p. 43/53, jul./dez. 1993.

- CAMBACO, S. Os novos conceitos de sistemas de informação geográfica (LIS/GIS) integrando informação topográfica, cadastral e temática. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE O CADASTRO RURAL E URBANO MULTIFUNCIONAL, Lisboa, 1991. **Anais**. Lisboa: SICRUM, 1991. p. 223-236.
- CAPANNI, G.; FLAMIGNI, F. *SISCAM softcopy photogrammetry workstation*. In: INTERNACIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING CONGRESS, 18, 1996, Vienna. **Anais**. Vienna: ISPRS, 1996. Vol. 31, Part B2. p. 41 – 45.
- CARBONELL, M. *Architectural photogrammetry*. In: H. M. KARARA (Edit.). **Non-topographic photogrammetry**. Second Edition. Virginia: Falls Church, 1989. p. 321-346.
- CLARK, D. **Introdução à geografia urbana**. São Paulo: DIFEL, 1985. 286 p.
- CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 1993. 170 p.
- DALE, P.; McLAUGHLIN, J. D. *Land information management*. New York: Oxford University, 1990. 169 p.
- DALLAS, R. W. A. *Architectural and archaeological photogrammetry*. In: K. B. Atkinson (Edit.). **Close range photogrammetry and machine vision**. Scotland: Whittles Publishing, 1996. p. 283-301.
- DEGREAS, H. N. Paisagem e proteção ambiental: algumas reflexões sobre conceitos, desenho e gestão do espaço. **Ensaio IV**, São Paulo: FAUUSP, 1992. p. 67 a 77.
- DEL-RIO, V. **Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento**. São Paulo: PINI, 1990. 198 p.
- DOWMAN, I. J. *Fundamentals of Digital Photogrammetry*. In: K. B. Atkinson (Edit.). **Close range photogrammetry and machine vision**. Scotland: Whittles Publishing, 1996. p. 52-57.
- EL-HAKIN, S. F. et al. *Two 3-D sensors for environment modeling and virtual reality: calibration and multi-view registration*. In: INTERNACIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING CONGRESS, 18, 1996, Vienna. **Anais**. Vienna: ISPRS, 1996. V. 31, Part B5. p. 140 -146.
- EOS SYSTEMS INC, **PhotoModeler Pro** – user manual (version 3.0). 11. ed. Canada, 1997. 377 p.
- FARRET, R. L. et al. **O espaço da cidade**. São Paulo: PROJETO, 1985. 141 p.

- FELLBAUM, M. *Low cost surveying systems in architectural photogrammetry*. In: INTERNACIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING CONGRESS, 17, 1992, Washington, D.C. **Anais**. Washington, D.C.: ISPRS, 1992. Comission V. p. 771-776.
- FERRARI, C. **Curso de planejamento municipal integrado**. 5. Ed. São Paulo: Pioneira, 1986. 631 p.
- FERRAZ, J. C. F. *Urbs nostra*. São Paulo: EdUSP, PINI, 1991. 461 p.
- FRYER, J.G. *Introduction*. In: K. B. Atkinson (Edit.). *Close range photogrammetry and machine vision*. Scotland: Whittles Publishing, 1996(a). p. 1-7.
- _____, J.G. *Camera Calibration*. In: K. B. Atkinson (Edit.). *Close range photogrammetry and machine vision*. Scotland: Whittles Publishing, 1996(b). p. 156-179.
- GHOSH, S. K. *Electron microscopy: systems and applications*. In: H. M. KARARA (Edit.). **Non-topographic photogrammetry**. Second Edition. Virginia: Falls Church, 1989. p. 187-202.
- GOEDERT, G. **Simulador de regras de edificação**. Publicação disponível na Internet . <http://www.inf.pucrs.br/~grv/Projetos/Arquitetura/ArqVirt.html>. 3 dezembro 1998.
- GOMES, C. J. M. et al. Anteprojeto do cadastro fotogramétrico de monumentos históricos do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 17, 1995, Salvador. **Anais**. Salvador: SBC, 1995. p. 245-257.
- _____, C. J. M. et al. A criação do centro de treinamento para fotogrametria a curta distância na América do Sul: importância e necessidades. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 18, 1997, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: SBC, 1997. p.60-64.
- GONDIM, L. **Plano diretor e o município: novos tempos, novas práticas**. Rio de Janeiro: IBAM, 1991. 132 p.
- GRÜN, A. *Report of diverse ISPRS commissions at the Washington Congress*. In: INTERNACIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING CONGRESS, 17, 1992, Washington, D.C. **Proceedings**. Washington, D.C.: ISPRS, 1992. p. 154-157.
- HAALA, N.; BRENNER, C.; ANDERS, K. 3D urban GIS from laser altimeter and 2D map data. In: SYMPOSIUM ON OBJECT RECOGNITION AND SCENE CLASSIFICATION FROM MULTISPECTRAL AND MULTISENSOR PIXELS, 6-10 jul., 1998, Columbus. **Anais**. Columbus: ISPRS, 1998. V. 32, Comission III, Part 3/1. p. 339 – 346.

- HANKE, K. *Accuracy study project of Eos Systems' PhotoModeler*. Eos Systems Inc. Disponível na Internet. <http://www.photomodeler.com/study/study3.htm>. 2 junho 1998.
- HIRSCHBERG, U. *Object-oriented data-integration between digital architectural photogrammetry and CAAD*. In: INTERNACIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING CONGRESS, 18, 1996, Vienna. **Anais**. Vienna: ISPRS, 1996. Vol. XXXI, Part B5. p. 237 – 243.
- HOCHEIM, N. **Cadastro técnico urbano**, jun./ago. de 1997. 60 f. Notas de Aula. Cópia xerografia.
- _____, N. **Um método para análise probabilística da viabilidade econômica do cadastro técnico urbano**. Florianópolis, 1993. 84 p. Tese (Concurso de Professor Titular) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
- IBGE. **Censo demográfico: Dados Distritais 1980**. Rio de Janeiro, 1982. Volume 1 - Tomo 3. n. 18, 19 e 20.
- _____, **Contagem da população 1996**. Rio de Janeiro, 1997. V. 1.
- KARARA, H. M. (Edit.) *Non-topographic photogrammetry*. Second Edition. Virginia: Falls Church, 1989. 445 p.
- KAUFMANN, J. *Statements on the "Vision Cadastre 2014"*. In: ONE DAY SEMINAR HELD DURING THE ANUAL MEETING OF COMMISSION 7 – FIG, May 16, 1995, Delft. **Proceedings**. Delft: FIG, 1995. p. 57-62.
- KOFLER, M.; REHATSCHKE, H.; GRUBER, M. *A database for a 3D GIS for urban environments supporting photo-realistic visualization*. In: INTERNACIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING CONGRESS, 18, 1996, Vienna. **Anais**. Vienna: ISPRS, 1996. V. 31, Part B2, Commission II. p. 198 – 202.
- LANDES, S. Impact on 3D modelling from the design of a WEB-based 3D information system. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REAL-TIME IMAGING AND DYNAMIC ANALYSIS, June/1998, Hakodate. **Proceedings**. Hakodate: ISPRS, 1998. Commission V, Working Group 3.
- LARSSON, G. *Land registration and cadastral systems: tools and land information and management*. Essex: Longman, 1991. 175 p.
- LEITE, M. A. F. P. Paisagem e ambiente. **Ensaio IV**, São Paulo: FAUUSP, 1992. p. 45 a 66.
- LOCH, C. **Apostila de cadastro técnico multifinalitário rural e urbano**. Florianópolis: UFSC, 1998. 70 p.

- _____, C. A importância do cadastro técnico no planejamento urbano. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONSTRUÇÃO, 10, 1990, Gramado. **Anais**. Gramado: SERGS, 1990. p. 1015-1027.
- LOCH, C.; BOURSCHIED, J. A. Estudo da expansão vertical na ocupação urbana. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 2, Florianópolis, 1996. **Anais**. Florianópolis: UFSC, 1996. Tomo II, 278 p. p. 75-81.
- LOCH, R. E. N. Algumas considerações sobre a base cartográfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 1, 1994, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: UFSC, 1994. Tomo II, 189 p. p. 15-21.
- LOPES, L. H. A. **Preenchimento de vazios e renovação urbana**. Estudo dos efeitos das ocupações em áreas de solo criado. Florianópolis, 1996. 135 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
- MARTINS, J. M. A fotogrametria terrestre no auxílio a projetos de recuperação do patrimônio histórico. Florianópolis, 1997. 174 p. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.
- NEUMANN, C.; JUNGLES, A. E. Características espaciais dos lotes inseridos no centro urbano de Florianópolis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO, 3, 1998, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: CIASC. Trabalho 114.html, 1998. CD-ROM.
- NOVITSKI, B. J. *Adventures in architecture*. **Computer Graphics World**, England, p. 23-28, June/1996.
- OLIVEIRA, D. S. **Planejamento municipal** - textos da administração municipal. 3. ed. Rio de Janeiro: IBAM, 1991. Tomo I, p. 47-51.
- PALLASKE, R.; MARTEN, W.; MAUELSHAGEN, L. *Digital orthophoto – system for architecture representation*. In: INTERNACIONAL SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING, 17, 1997, Washington, D. C. **Anais**. Washington, D. C.: ISPRS, 1992. V. 29, Tomo B5, Comissão V. p. 67 – 73.
- PHILIPS, J. A restituição digital para fins de documentação geométrica de monumentos e objetos industriais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 17, 1995, Salvador. **Anais**. Salvador: SBC, 1995. p. 225-232.
- PIVNICKA, F. et al. *Cost-effective digital photogrammetry*. In: INTERNACIONAL SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING CONGRESS, 18, 1996, Vienna. **Anais**. Vienna: ISPRS, 1996. V. 31, Comissão II, Part B2. p. 300-305.
- POMASKA, G. *Automated processing of digital image data in architectural surveying*. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON REAL TIME IMAGING AND DYNAMIC

- ANALYSIS, 1998, Hakodate. **Proceedings**. Hakodate: ISPRS, 1998. V. 29, Tomo B5, Commission V. p. 637 – 642.
- RENUNCIO, L. E.; LANDES, S.; BÄHR, H. P.; LOCH, C. *Low cost record of a historical brazilian city ensemble by digital procedures*. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON REAL-TIME IMAGING AND DYNAMIC ANALYSIS, June/1998, Hakodate. **Proceedings**. Hakodate: ISPRS, 1998. V. 29, Tomo B5, Commission V. p. 643 – 647.
- ROSSATO, R. Cidades brasileiras: a urbanização patológica. **Ciência & Ambiente**, Ijuí, n. 7, p. 23-31, jul./dez. 1993.
- SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. 3. ed. São Paulo: HUCITEC, 1996. 157 p.
- SANTOS, C. N. F. dos. **A cidade como um jogo de cartas**. Niterói: EDUFF; São Paulo: Projeto, 1988. 192 p.
- SÃO JOSÉ. Lei n. 1604, de 17 de abril de 1985. Fixa as diretrizes e as estratégias do Plano Diretor. Prefeitura Municipal de São José, 8 p.
- _____. Lei n. 1605, de 17 de abril de 1985. Dispõe sobre o zoneamento de uso e ocupação do território do município. Prefeitura Municipal de São José. 91 p.
- SILVA, L. F. C. F.; GOMES, C. J. M. A utilização da fotogrametria terrestre na conservação de monumentos históricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 15, 1991, São Paulo. **Anais**. São Paulo: SBC, 1991. p. 72-81.
- SILVA, R. S.; MAGALHÃES, H. Ecotécnicas urbanas. **Ciência & Ambiente**, Ijuí, n. 7, p. 33/42, jul./dez. 1993.
- SOUZA, L. F. C.; HOCHEIM, N.; LOCH, C. Uso de sensor aerotransportável para atualização do cadastro imobiliário: um estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 16, 1993, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: SBC, 1993. V. 1, p. 107-111.
- SZANGOLIES, K. *Report of diverse ISPRS commissions*. In: INTERNACIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING CONGRESS, 17, 1992, Washington, D.C. **Proceedings**. Washington, D.C.: ISPRS, 1992. p. 145-147.
- TEIXEIRA, R. C. F.; TEIXEIRA, I. S. Uma abordagem participativa do planejamento urbano. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO E I ENCONTRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO PARA OS PAÍSES DO MERCOSUL, ANAIS. Florianópolis: CIASC, 1998. CD-ROM.
- TOMMAZELLI, A. M. G.; OLIVEIRA, C. G. Um estudo sobre a utilização de “scanners” de mesa em fotogrametria. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 18, 1997, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: SBC, 1997. Comissão IV, p. 18-23.

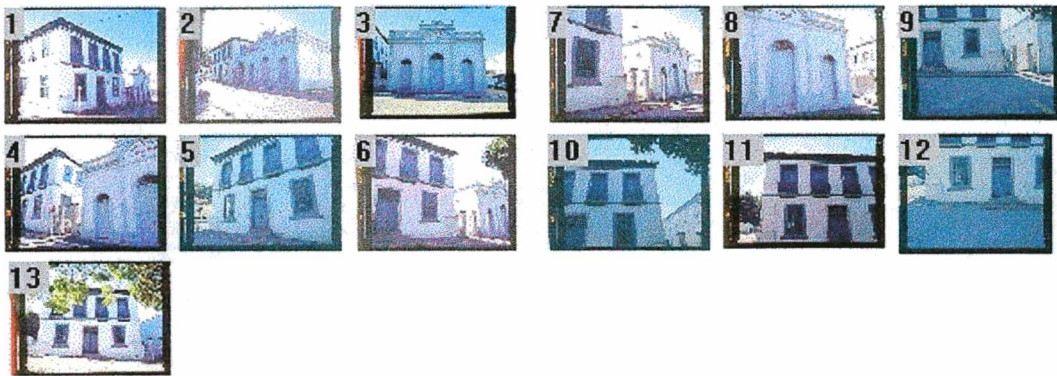
- VERESS, S. A. *X-Ray photogrammetry, systems and applications*. In: H. M. KARARA (Edit.). **Non-topographic photogrammetry**. Second Edition. Virginia: Falls Church, 1989. p. 78 - 86
- VIDOR, V. Planejamento urbano no Brasil. **Dynamis**, Blumenau, v. 1, n. 1, p. 81-91, set./out. 1992.
- WALDHÄUSL, P. *Defining the future of architectural photogrammetry*. In: INTERNACIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING CONGRESS, 17, 1992, Washington, D.C. **Anais**. Washington, D.C.: ISPRS, 1992. Comission V, p. 767 -770.
- WESTPHAL, F. S.; RENUNCIO, L. E.; LOCH, C. A fotogrametria digital como ferramenta ao planejamento urbano. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO E I ENCONTRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO PARA OS PAÍSES DO MERCOSUL, ANAIS. Florianópolis: CIASC, 1998. CD-ROM.
- WILLIANSON, I. P. *Appropriate cadastral systems*. In: ONE DAY SEMINAR HELD DURING THE ANUAL MEETING OF COMISSION 7 – FIG, May 16, 1995, Delft. **Proceedings**. Delft: FIG, 1995. p. 1-4.

ANEXOS

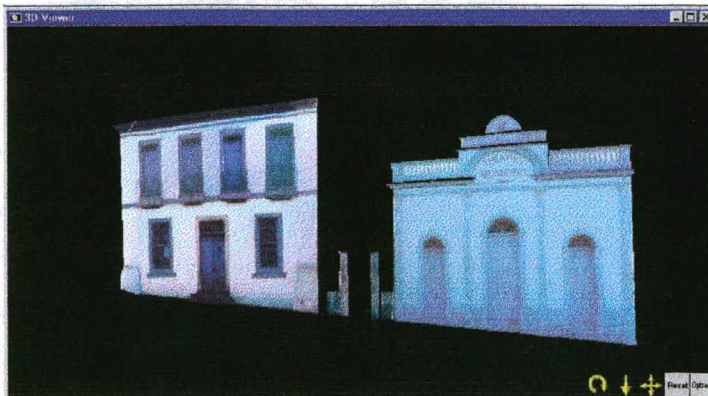
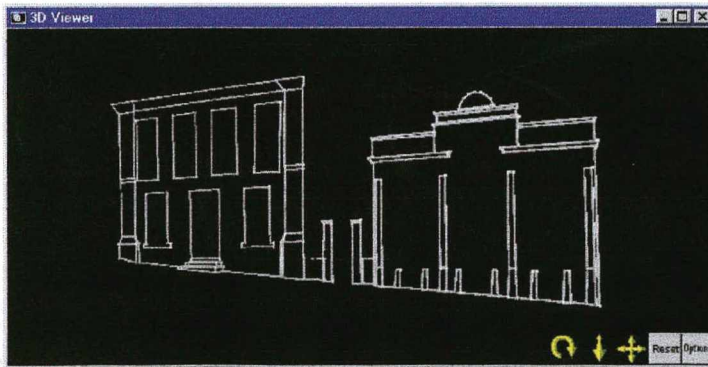
ANEXO A

Neste anexo, são mostradas as fotografias utilizadas em cada projeto de restituição no *software* PhotoModeler, bem como o modelo 3D vetorial da face de quadra e o modelo 3D com textura foto-realística.

Projeto 1

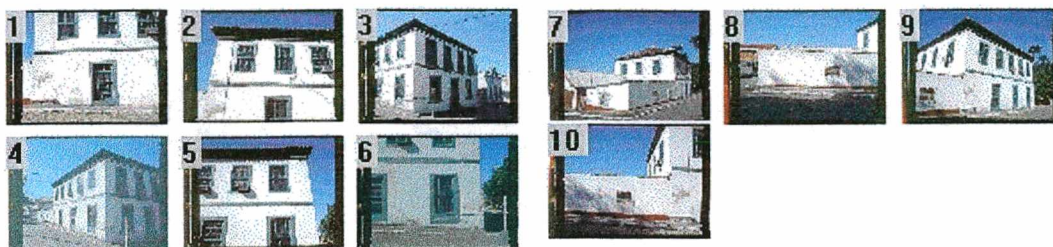


Fotos utilizadas no projeto 1.

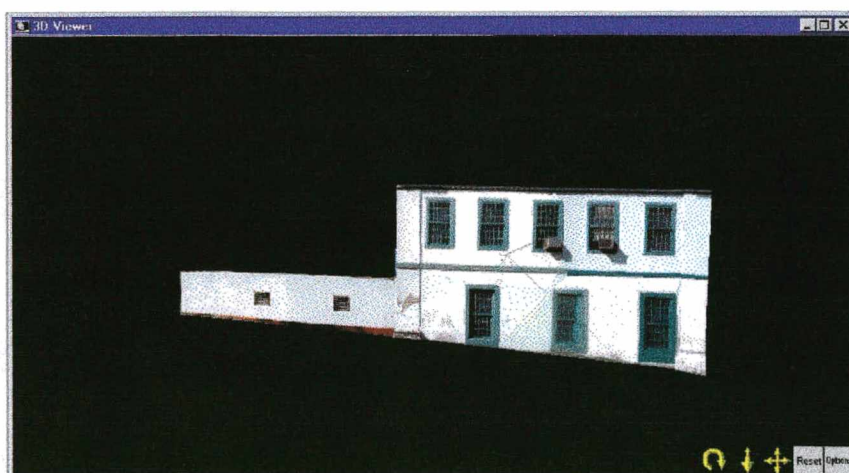
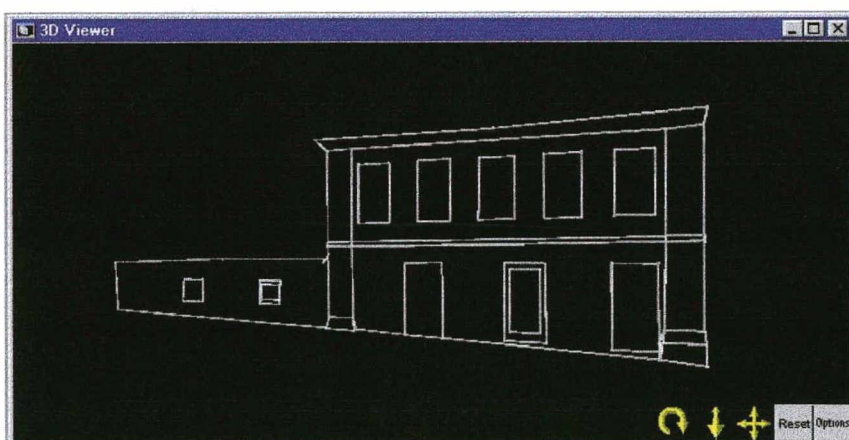


Acima o modelo 3D vetorial, e abaixo com a textura foto-realística.

Projeto 2

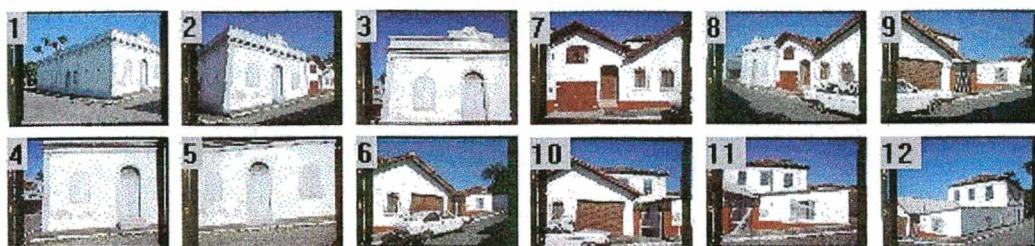


Fotos utilizadas no projeto 2.

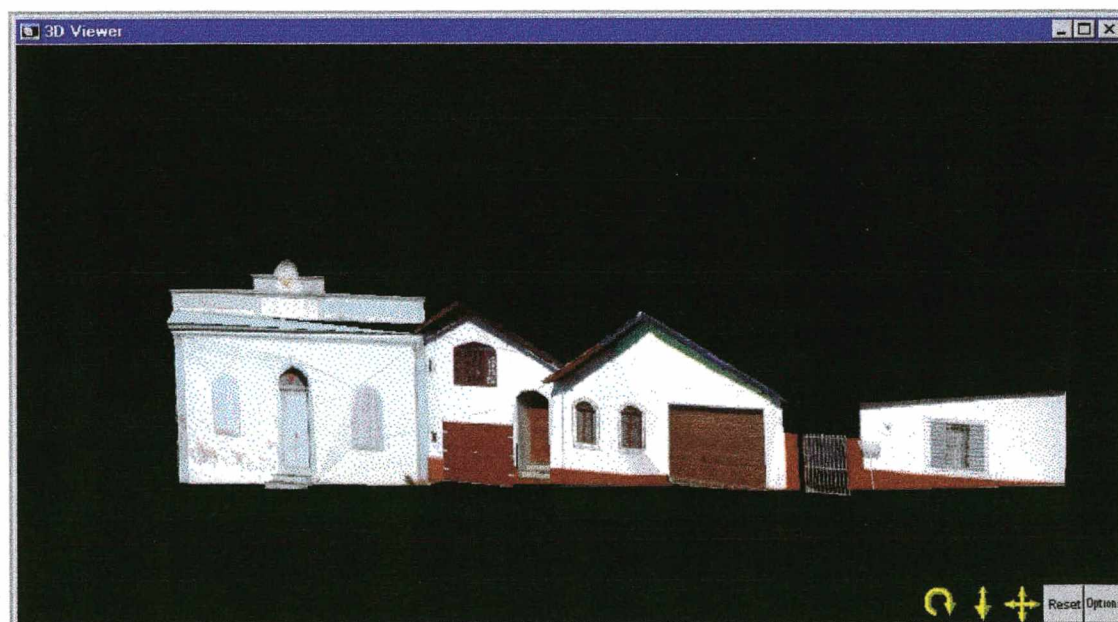
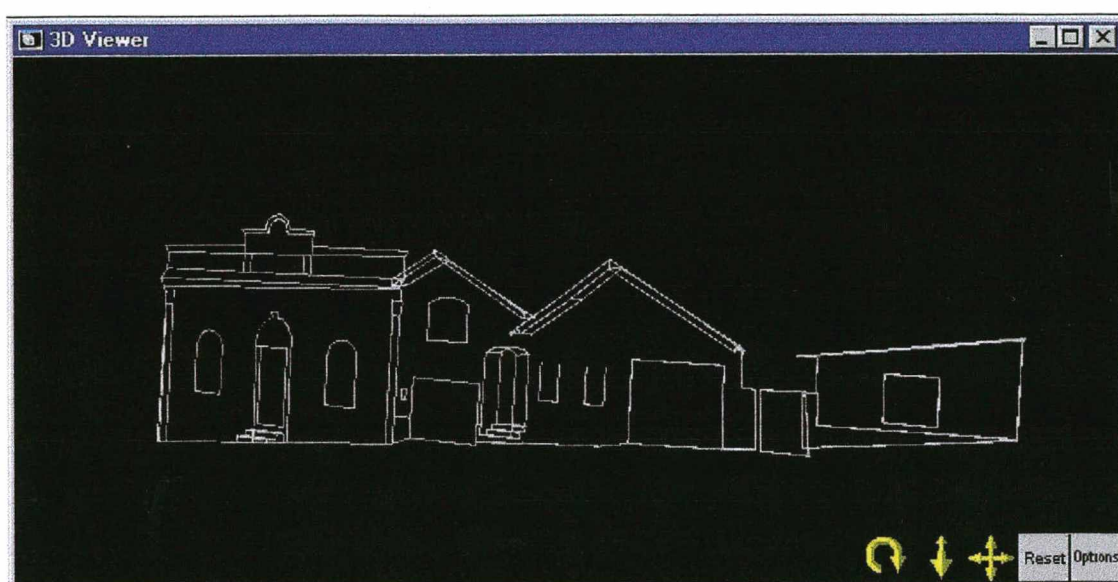


Acima o modelo 3D vetorial, e abaixo o modelo com textura foto-realística.

Projeto 3

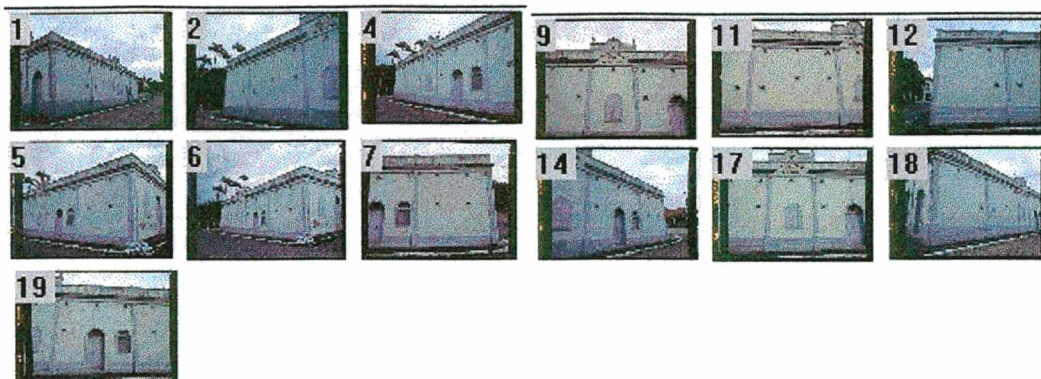


Fotos utilizadas no projeto 3.

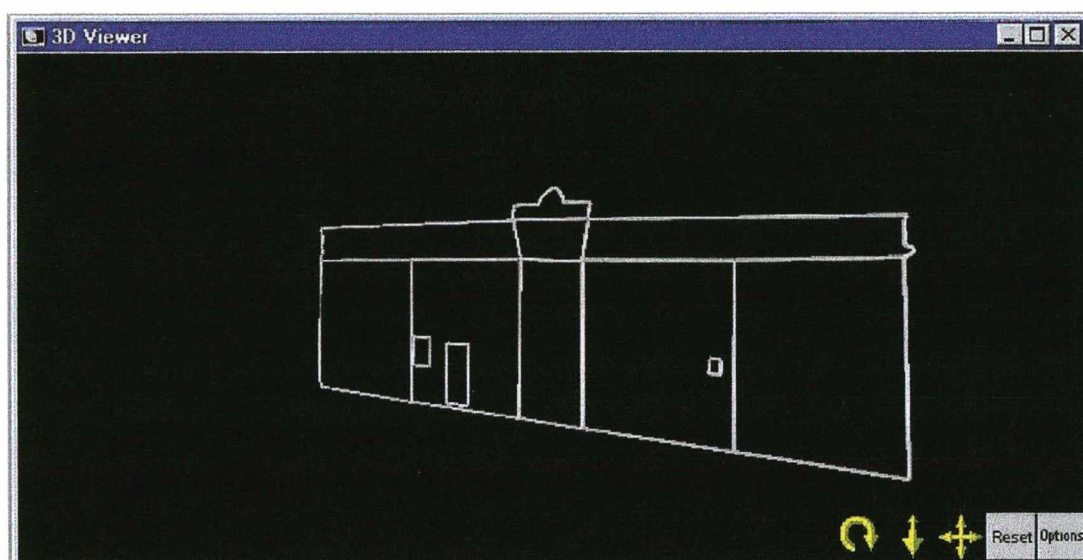


Acima o modelo 3D vetorial, e abaixo o modelo como textura foto-realística.

Projeto 4

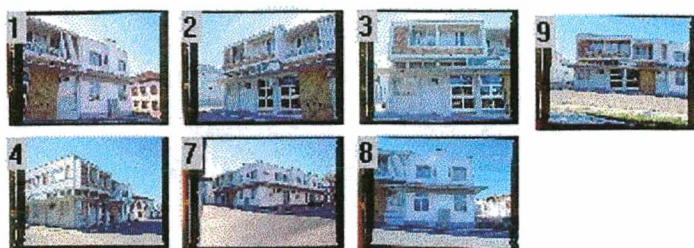


Fotos utilizadas no projeto 4.

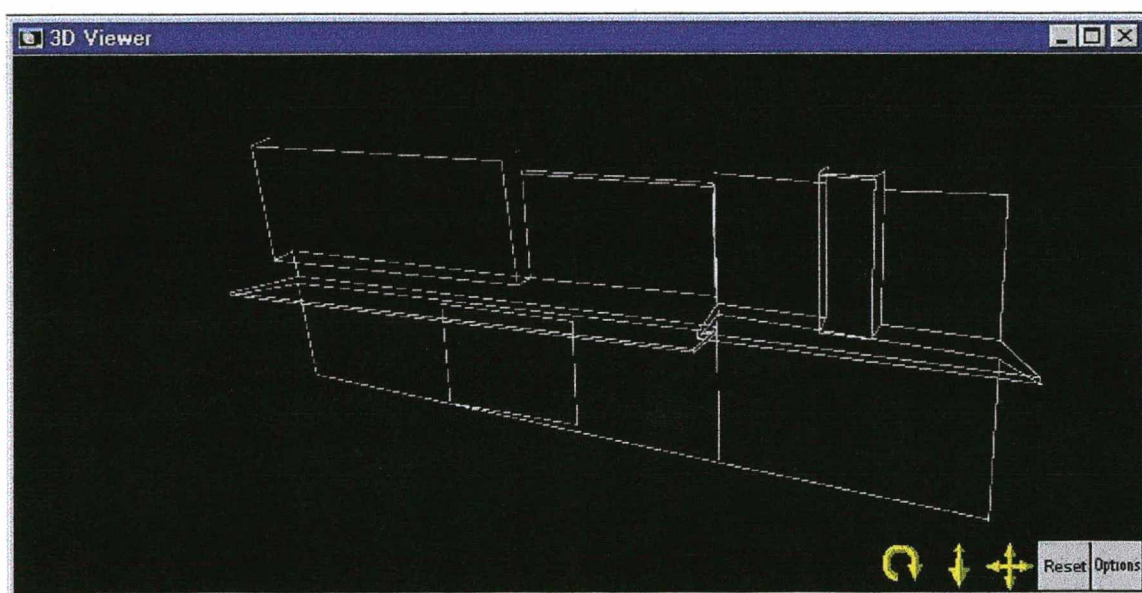


Acima o modelo 3D vetorial, e abaixo o modelo como textura foto-realística.

Projeto 5

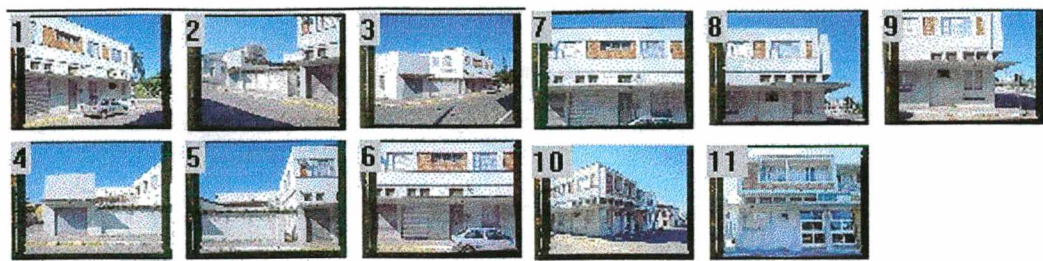


Fotos utilizadas no projeto 5.

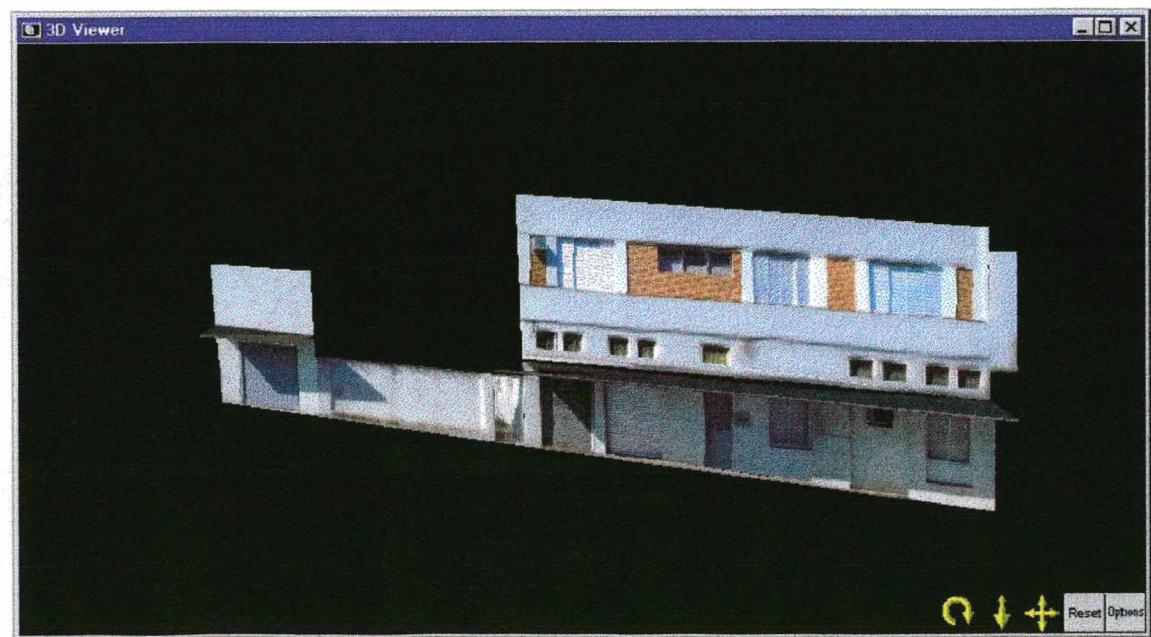
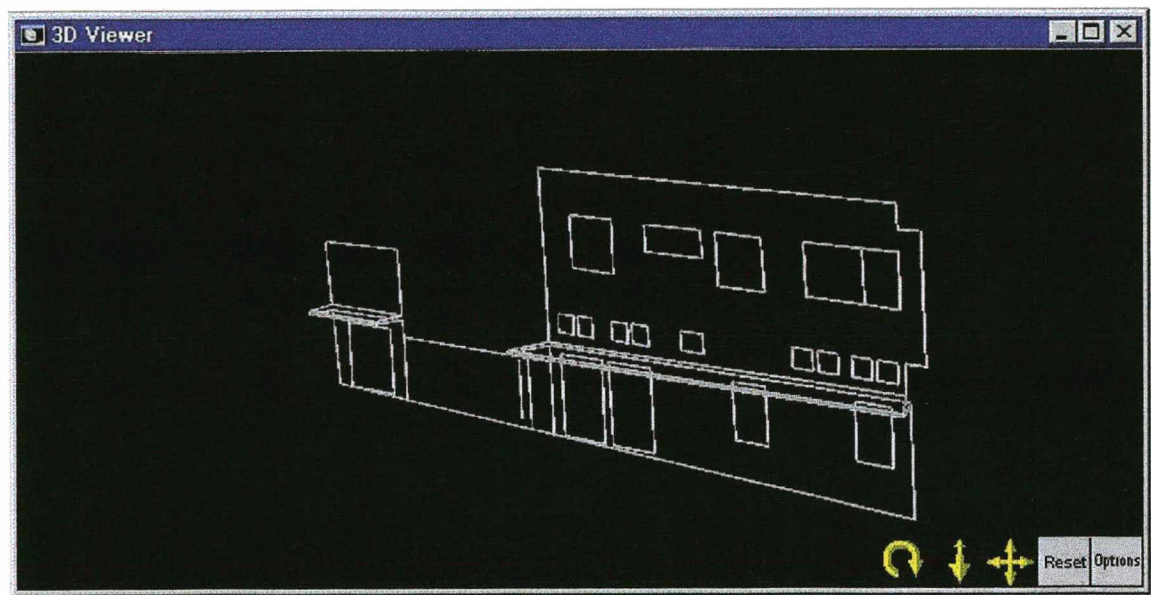


Acima o modelo 3D vetorial, e abaixo o modelo como textura foto-realística.

Projeto 6

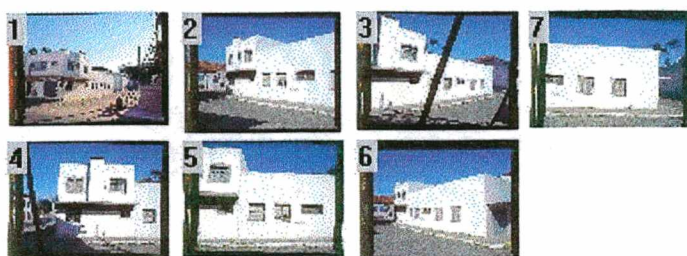


Fotos utilizadas no projeto 6.

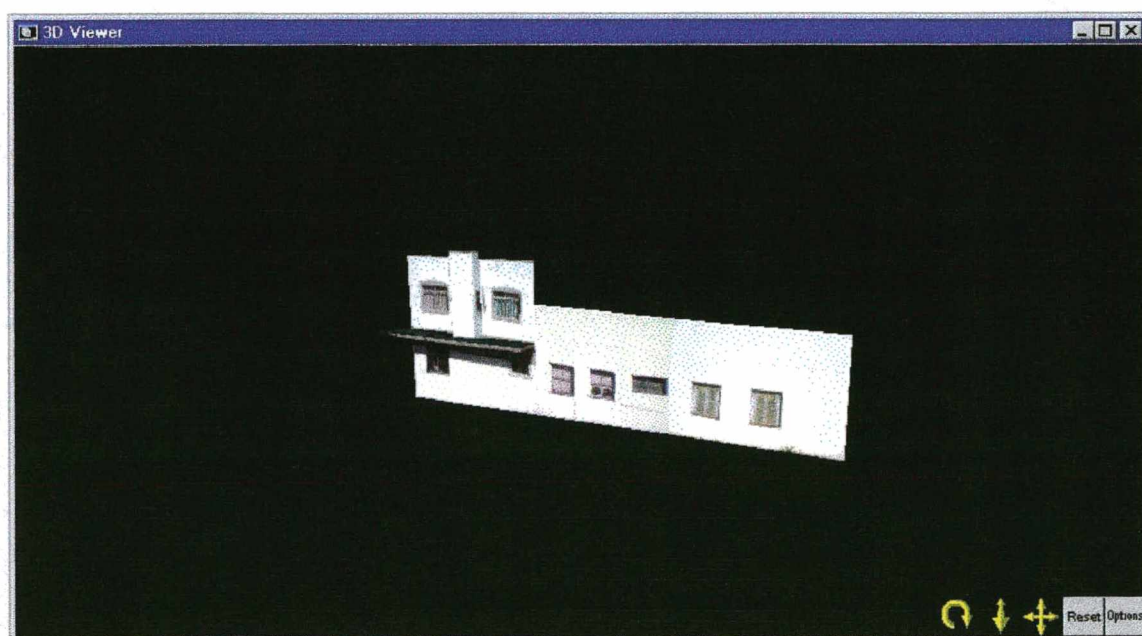
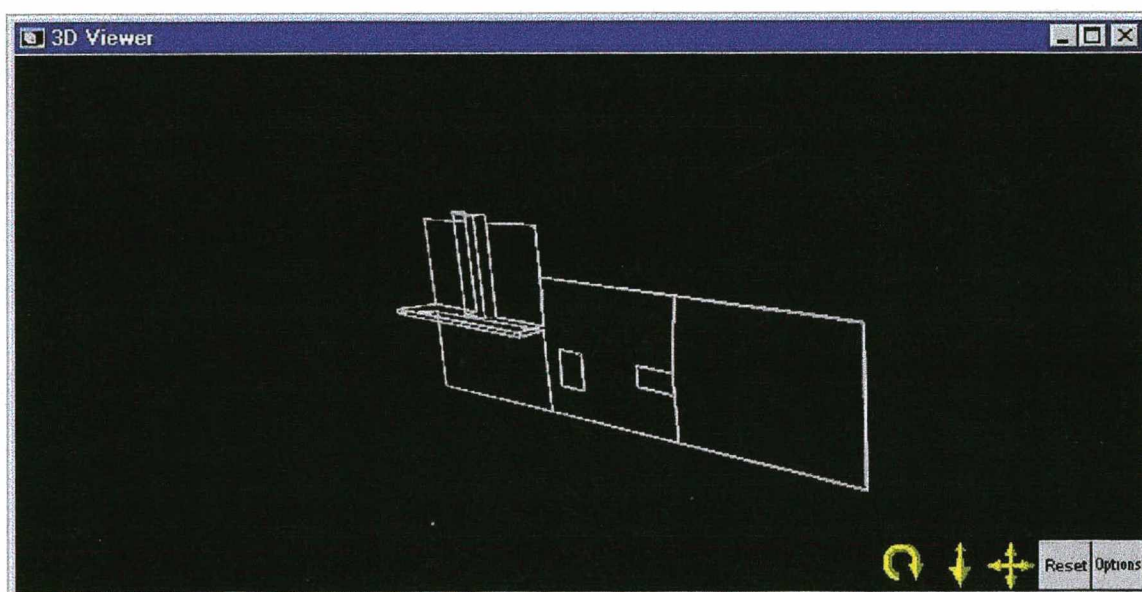


Acima o modelo 3D vetorial, e abaixo o modelo como textura foto-realística.

Projeto7

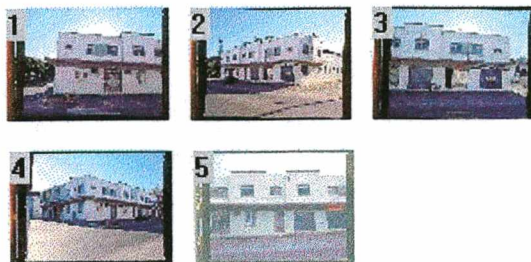


Fotos utilizadas no projeto 7.

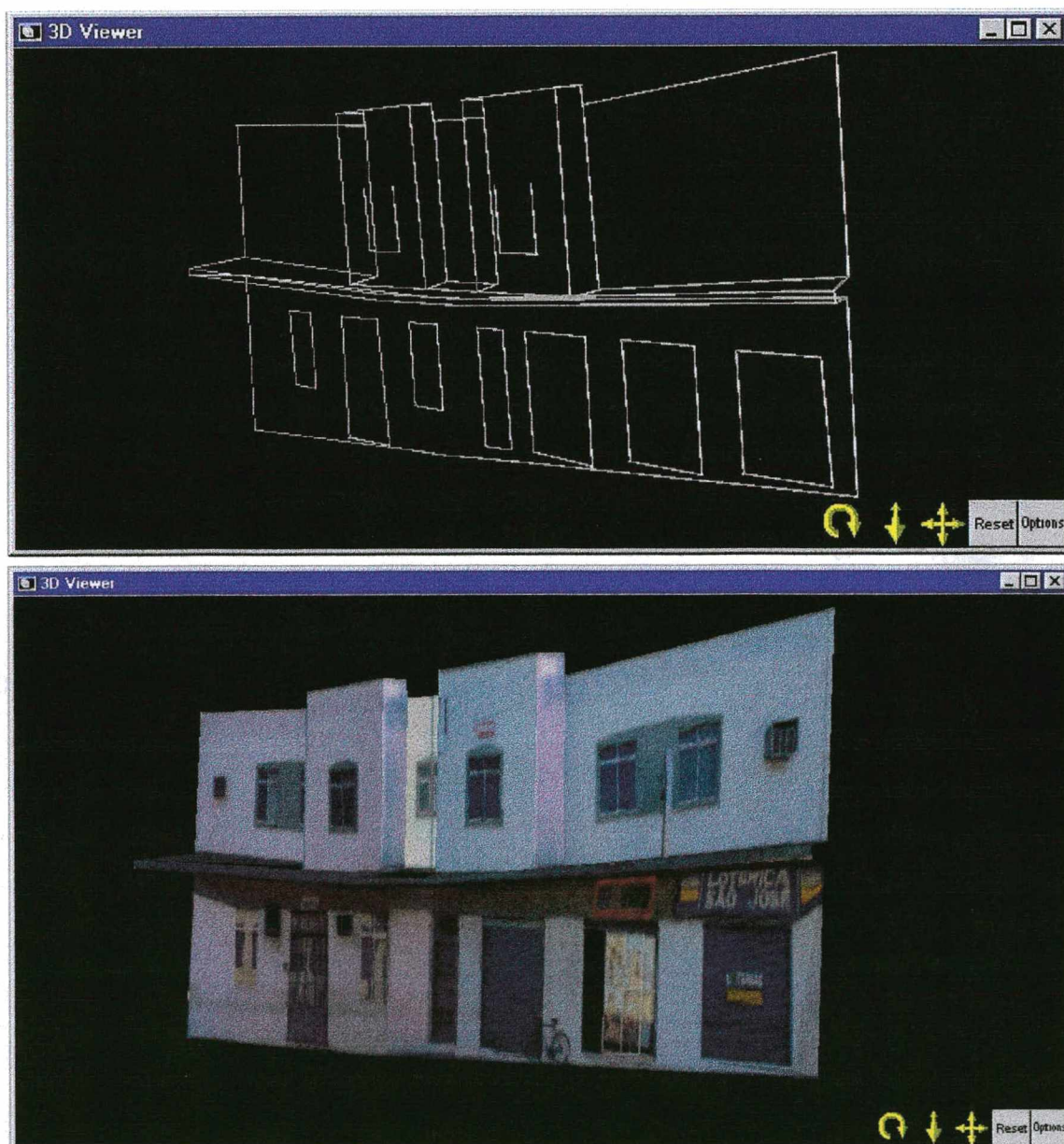


Acima o modelo 3D vetorial, e abaixo o modelo como textura foto-realística.

Projeto 8

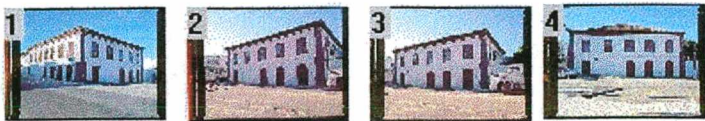


Fotos utilizadas no projeto 8.

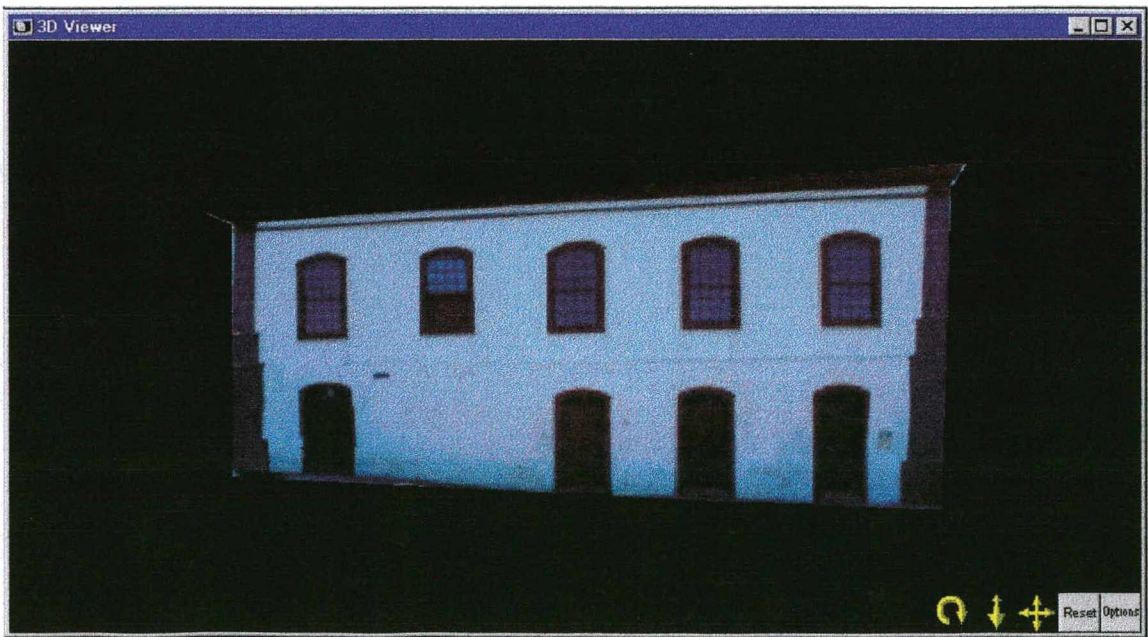
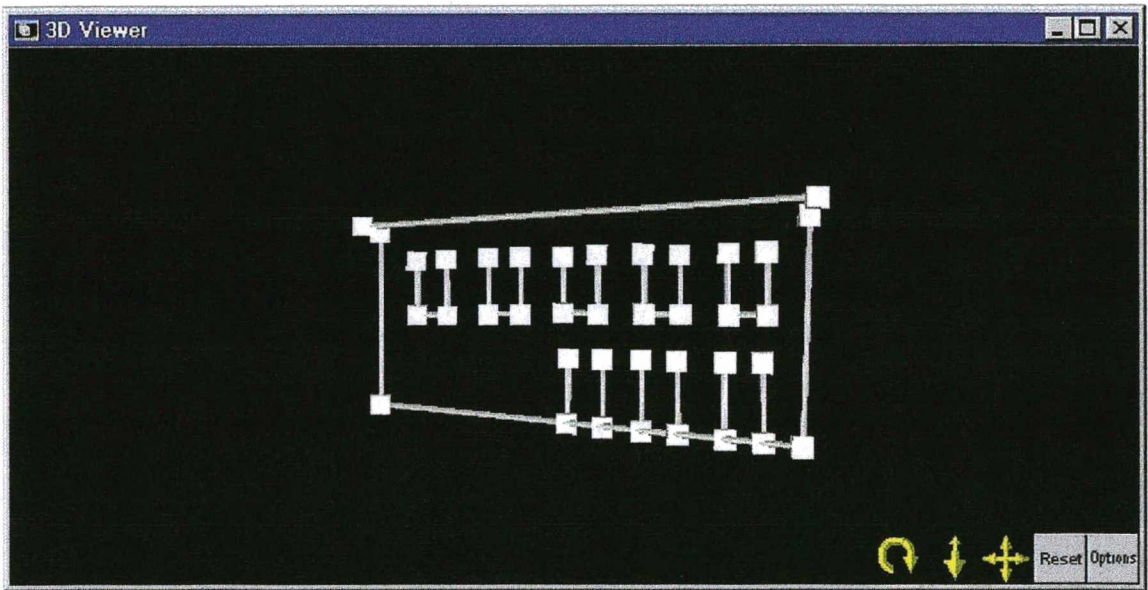


Acima o modelo 3D vetorial, e abaixo o modelo como textura foto-realística.

Projeto 9



Fotos utilizadas no projeto 9.

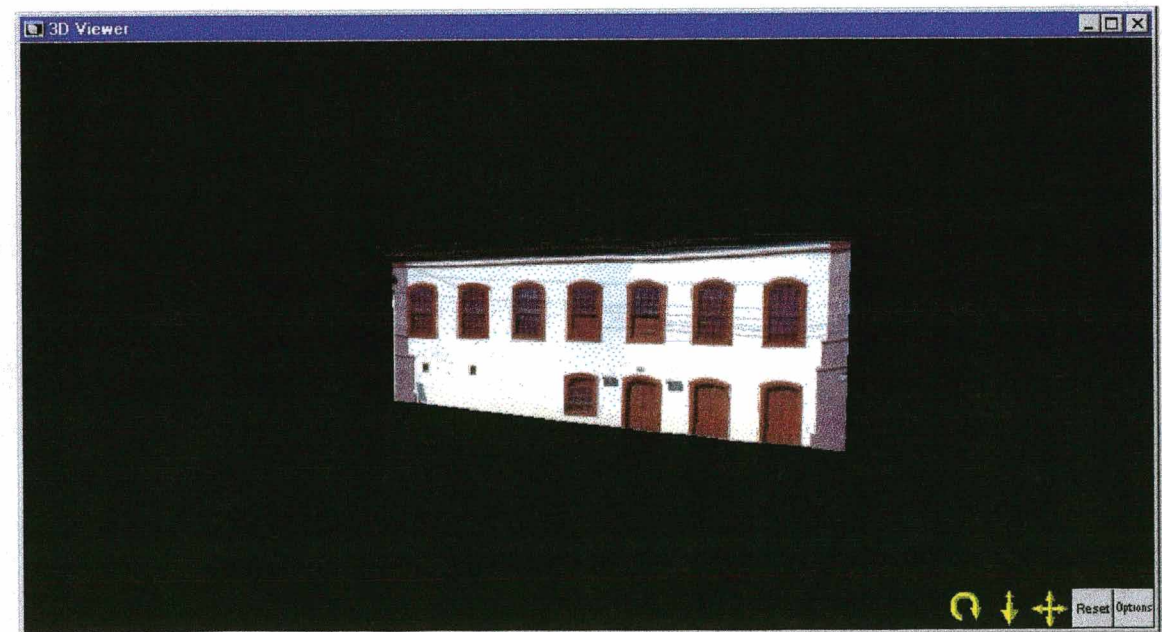
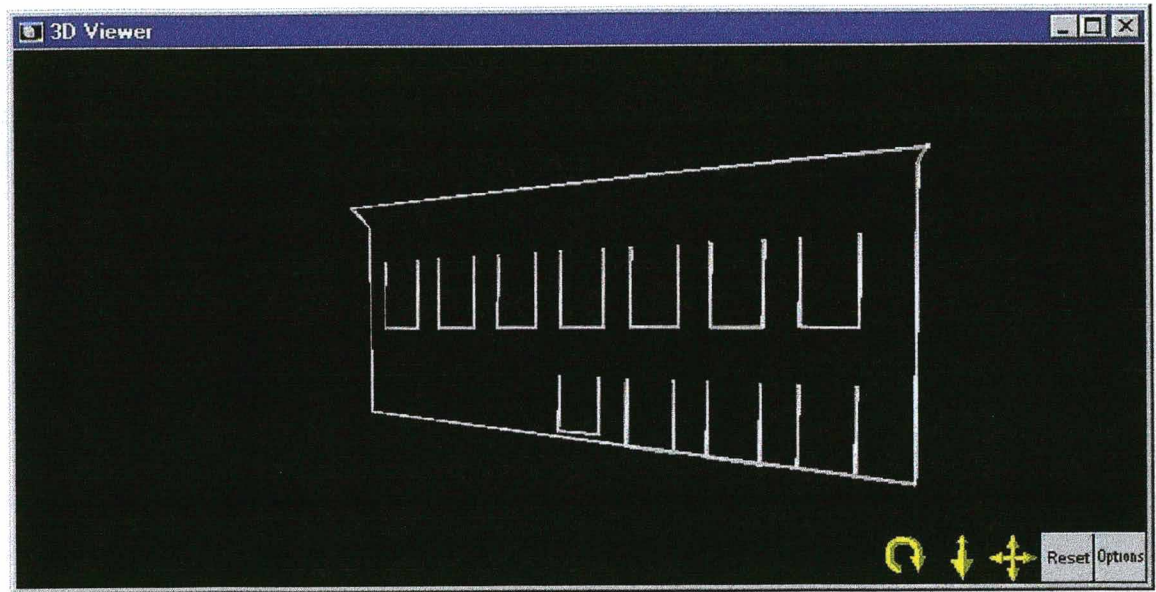


Acima o modelo 3D vetorial, e abaixo o modelo como textura foto-realística.

Projeto 10

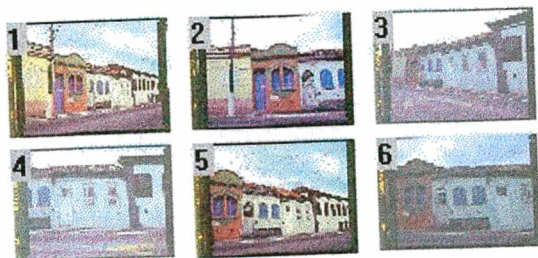


Fotos utilizadas no projeto 10.

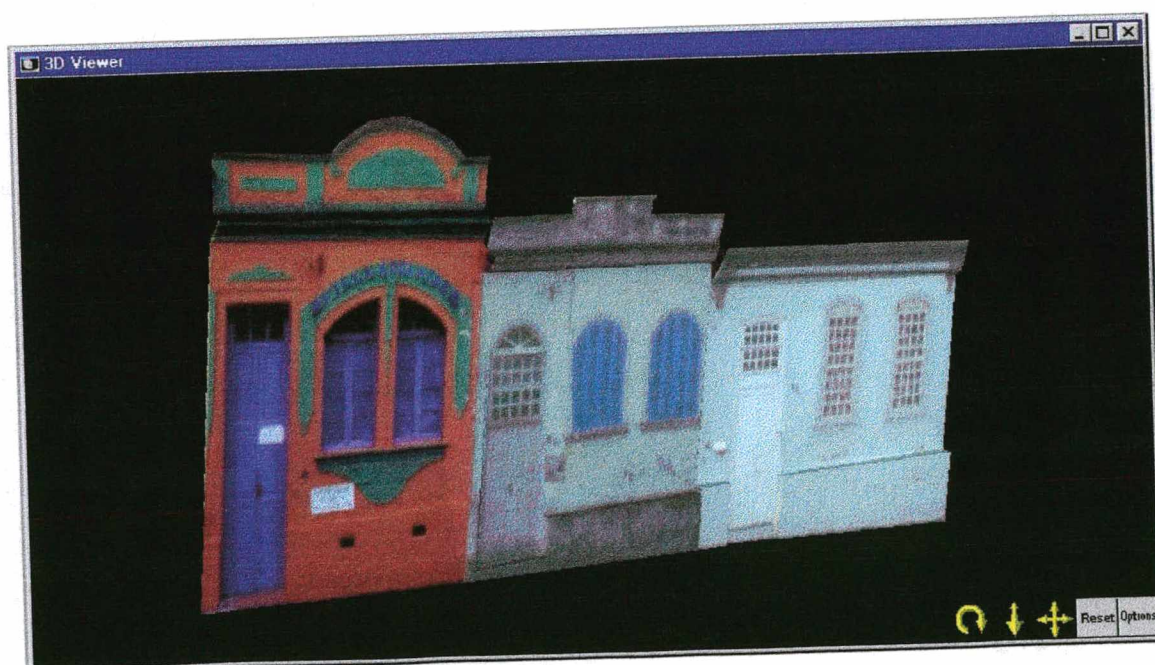
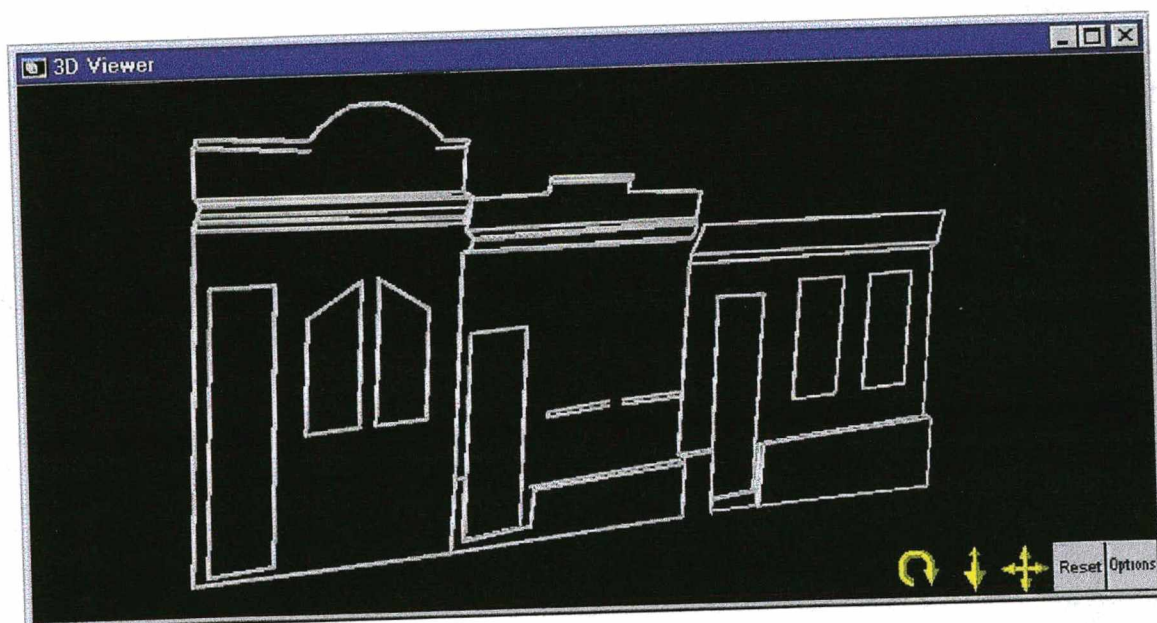


Acima o modelo 3D vetorial, e abaixo o modelo como textura foto-realística.

Projeto 11



Fotos utilizadas no projeto 11.



Acima o modelo 3D vetorial, e abaixo o modelo como textura foto-realística.

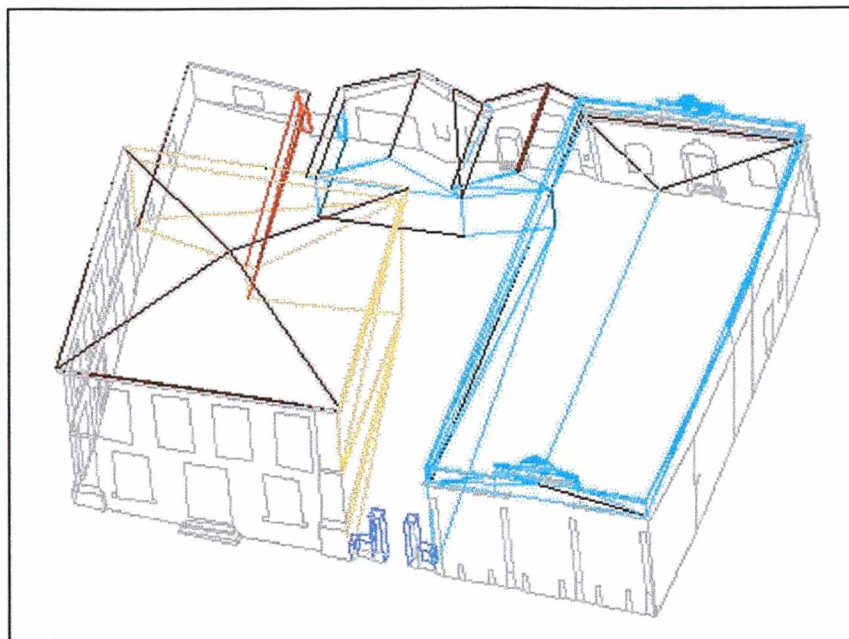
ANEXO B

Neste anexo, são mostrados os trabalhos realizados nos *softwares* AutoCAD R13 e 3DstudioMax.

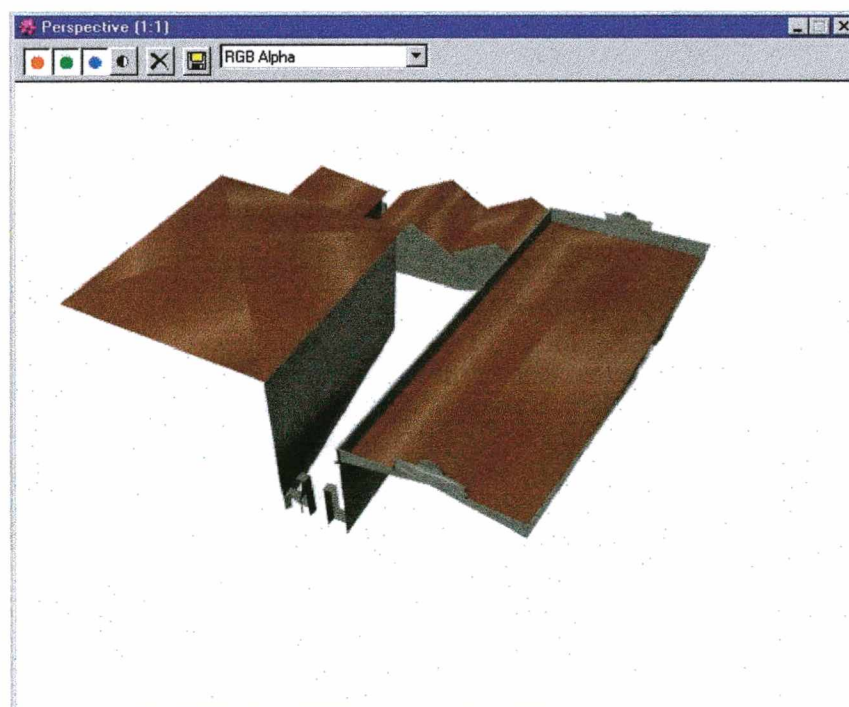
As faces de quadra restituídas no PhotoModeler são exportadas uma a uma no formato .DXF para o AutoCAD. Lá, elas são unidas formando o bloco da quadra, e recebem o acabamento final, no caso, feições que não puderam ser restituídas no PhotoModeler (paredes limítrofes, partes superior de beirais, telhados e outros).

A seguir, as feições concebidas no AutoCAD são exportadas no formato .3DS para o 3DStudio Max, onde recebem textura raster.

Quadra 1

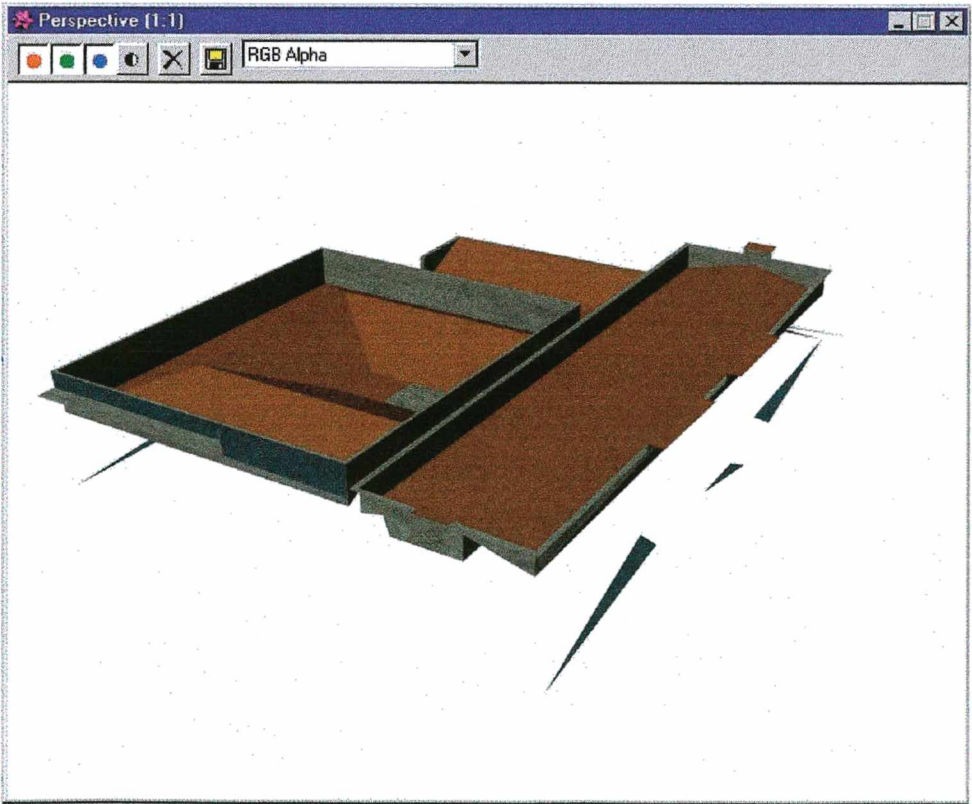
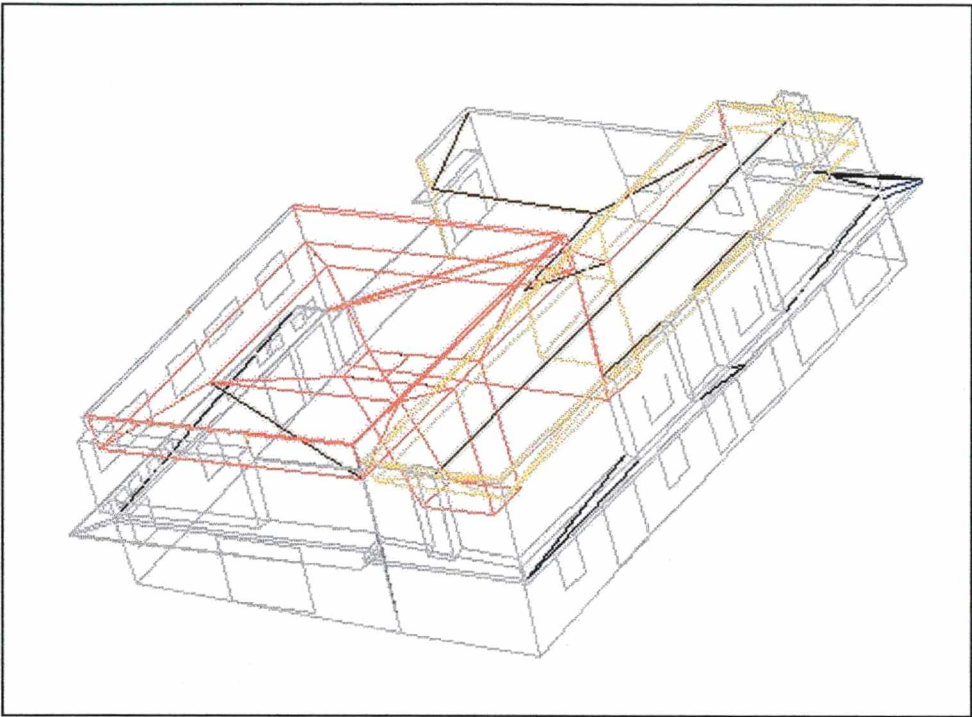


As linhas coloridas são as feições que foram concebidas no AutoCAD. As linhas em cor cinza correspondem às faces de quadra restituídas no PhotoModeler.



Acima, a janela de diálogo do 3DStudio, onde as feições concebidas no AutoCAD recebem textura raster.

Quadra 2



Quadra 3

